

1/c

BULLETIN  
DE  
L'INSTITUT AGRONOMIQUE  
ET DES  
STATIONS DE RECHERCHES  
DE  
GEMBOUX



SÉRIE EXTRAORDINAIRE ÉDITÉE  
À L'OCCASION DU CENTENAIRE  
DE L'INSTITUT AGRONOMIQUE  
DE L'ÉTAT  
GEMBOUX (BELGIQUE)

— ✓  
— ✓



Dans le cadre des fêtes commémoratives du centenaire de la fondation de l'Institut agronomique, plusieurs colloques internationaux furent tenus à Gembloux, du 25 juillet au 4 août 1960.

Le Bulletin de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux est heureux de publier les communications qui furent présentées à cette occasion.

L'ensemble des diverses conférences est réuni dans trois volumes paraissant hors série. La table générale des matières est placée à la fin du troisième volume, chaque volume étant accompagné de son propre sommaire hors texte.

Le prix de chaque volume est fixé à 250 F.B., somme à verser au Compte de Chèques postaux n° 7621.08 Patrimoine — Bulletin de l'Institut agronomique de Gembloux (Belgique), ou à payer par mandat postal.

---

*Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.*

---

*Toute reproduction des articles parus est strictement interdite sans autorisation du comité de rédaction.*

---







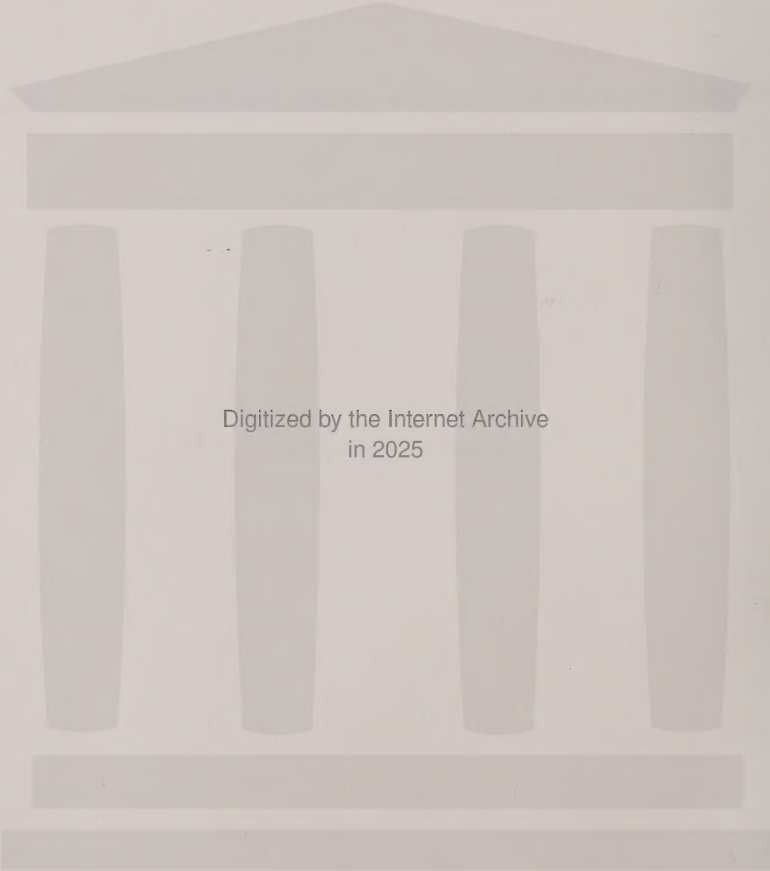
# COLLOQUE SUR LA CULTURE FRUITIÈRE

PLACÉ SOUS LE PATRONAGE DU COMITÉ NATIONAL DE POMOLOGIE DE BELGIQUE

*Gembloux, 2 août 1960*

SECRÉTAIRE DU COMITÉ ORGANISATEUR :

Chef de Travaux E. DERMINE  
Station des Plantes fruitières, Gembloux



Digitized by the Internet Archive  
in 2025

# Results from pruning experiments with apples at East Malling

by A. P. PRESTON

*Pomologist, East Malling Research Station (Royaume-Uni)*

Winter pruning experiments with apples, during the last 20 years at East Malling, have tested several tree shapes and pruning methods. The tree shapes were: open-centre, delayed open-centre, and the 'natural habit' shape given by regulated pruning.

The pruning methods were: established-spur pruning, which is a lighter and more rational method of building up spur systems than the older spur pruning method; renewal pruning, in which a successional supply of laterals of different age is secured; and regulated pruning, involving leader tipping during the first three years and little detailed pruning of the laterals.

The varieties used were Cox's Orange Pippin, the regular bearing Worcester Pearmain, and the biennial bearing Laxton's Superb. In most trials the trees were on either M. II or M. IV rootstock. Some trials were a straight comparison of two pruning methods, others included open-centre and delayed open-centre tree shapes with two pruning methods superimposed upon them.

Important contrasts were found in tree size, blossoming, fruit set, June drop, cropping and biennial bearing. Other comparisons included the effect of three degrees of pruning upon trees that were not allowed to fruit during the first six years from planting, and a consideration of pruning in relation to rootstock effect.

## Methods

### TREE SHAPES

*Open-centre.* Primary branches were limited to three, these had their leaders tipped to obtain a secondary branch framework. Leader tipping continued each year, suitably placed laterals being tipped to form branches to fill in the tree's framework. Inward growing shoots were removed, so building up an open-centre shape.

*Delayed open-centre.* Successive tiers of framework branches were secured around a central leader over a period of years. Each branch

was treated as a single unit and was not allowed to fork. At seven years, when the trees were eight or nine feet high, the central leader was cut back into three-year-old wood to a framework branch.

*Natural habit.* This is described under regulated pruning.

#### PRUNING METHODS

*Established-spur pruning.* Leader tipping became lighter as the tree framework developed and eventually only replacement leaders were tipped. Strong laterals not required for new branches were cut out; very weak ones were shortened to 3 inches to form induced spurs. Laterals of medium vigour, mainly on the outside of the tree, were left full length to fruit; these were shortened back later to a spur or, if they were becoming crowded or too large, removed altogether. Laterals from spur systems and induced spurs were shortened to 1 inch.

*Renewal pruning.* Leader tipping was light and was discontinued after the ninth year except on replacement leaders. About one third of the one-year laterals were cut back each year to 2 or 3 inches to provide more the following year, the remainder being left uncut. A proportion of two-year laterals were shortened to 6 or 7 fruit buds each year, the remainder being left uncut to become three-year laterals. With vigorous trees many three-year laterals were left for a further year before they were stubbed to produce more one-year laterals.

*Regulated pruning.* The number of primary branches was not restricted and leader tipping ceased after the third winter from planting. Laterals were neither spur-pruned nor shortened. Crowded, thin and weak laterals were removed irrespective of age, also those that competed with the unpruned leaders.

### Results

#### TREE SIZE

The choice of rootstock is of paramount importance in determining ultimate tree size and this may also directly influence the amount of pruning required in later years. By comparison with rootstock effect any pruning effect upon tree size is of secondary importance.

During the early years, trees pruned by the very light regulated method were the largest and established-spur-pruned trees the smallest, the trees pruned by the renewal method being intermediate in size. By the fourteenth year, however, the early and heavy bearing of the regulated and renewal-pruned trees had altered these relationships and esta-



blished-spur-pruned trees were taller, but less spreading, than either regulated or renewal-pruned trees. With Cox there was a significant interaction between tree shape and pruning method, open-centre trees being larger than delayed open-centre trees when renewal-pruned but not when established-spur-pruned (PRESTON, 1960). Care was needed in forming the delayed open-centre trees to ensure well spaced branches and it was necessary to defruit the central leader during the early years to prevent it from becoming misshapen or broken by the weight of fruit.

### BLOSSOMING

In a trial comparing established-spur pruning with renewal pruning on mature trees of Cox, blossom records showed that flowers on old spur systems opened first followed by those on three-year, two-year, and finally one-year-old laterals in that order (ROGERS & PRESTON, 1947) (Fig. 1). Although blossom trusses remained open longer on

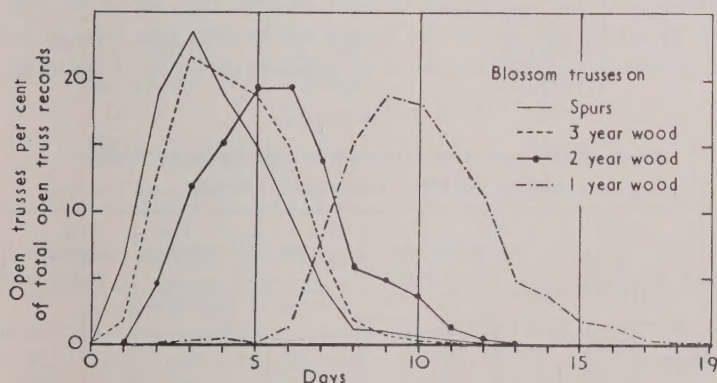


FIG. 1 — Relative periods of opening of blossom trusses on old spurs, on 3-year, 2-year, and 1-year laterals of Cox's Orange Pippin

established-spur-pruned trees (4.4 days) than on renewal-pruned trees (3.3 days) there were no significant differences between the different types of lateral bearing blossoms. Of more importance was the proportion of blossoms carried on the different types of lateral in relation to the blossom period as a whole. The majority of blossoms on established-spur-pruned trees were on spur systems whereas those on renewal-pruned trees were distributed on one, two- and three-year-old laterals as well as on older spur systems. These lightly pruned trees were therefore in a more favourable position during the blossom period to secure effective pollination. With favourable conditions for pollination during



the first half of the blossom period a heavy crop may set on established-spur-pruned trees, but with unfavourable conditions a poor set may result. More lightly pruned trees, however, with their blossoms on laterals of different ages, may still be able to set a crop later in the blossoming period if pollination conditions improve.

#### SETTING AND JUNE DROP

A comparison between the three pruning methods, regulated (very light), renewal (light), and established-spur (medium-hard), showed that as the degree of pruning became harder fruit setting increased. However, this was largely nullified by severe June drop from these harder pruned trees. The data in Table I show this effect with seven-year-old trees of Cox in a year of severe June drop. Three years later when the June drop was much less severe, a similar trend was recorded. On more mature trees of Cox also (30 years old), more fruit remained after the June drop on young laterals than on older spur systems. The proportion of fruits that set in clusters of one, two, or three was not affected by either the age of the lateral or, for any one type of lateral or spur system, by established-spur or renewal methods of pruning.

TABLE I  
Fruit set and June drop for Cox's Orange Pippin at 7 years  
under different degrees of pruning

| Degree of pruning | Number of<br>fruit buds | Per 100 blossoms |           | Number of<br>picked fruits |
|-------------------|-------------------------|------------------|-----------|----------------------------|
|                   |                         | set              | June drop |                            |
| Medium-hard       | 170                     | 23               | 20        | 27                         |
| Light             | 526                     | 13               | 6         | 217                        |
| Very light        | 908                     | 11               | 4         | 381                        |

#### CROPPING

Tree shape, open-centre or delayed open-centre, had no important effect upon either cropping or fruit quality with Cox, Worcester, or Superb. Method of pruning, however, had important effects upon these factors. Crop data for sets of trees now in their fifteenth year are shown in Fig. 2. The accumulated crops have been separated into two periods, up to 7 and 14 years of age. With all three varieties the light regulated method of pruning gave the heaviest accumulated crop during the first period, and for Worcester and Cox during the second period also. During the second period established-spur-pruned trees of

Superb yielded as heavily as, and in one case more heavily than, regulated trees; this will be referred to later.

When established-spur and renewal pruning were compared on mature trees of Cox, renewal pruning gave the heavier crops over a five-year period — but not in every year, and in these exceptional years it is probable that the blossoms on the numerous old spur systems set well in the early part of the blossom period during good weather conditions.

Fruit thinning was purposely avoided in these trials. Fruit size was not appreciably affected by pruning method with Cox. With Worcester, it was smaller on regulated trees in years of heavy setting or summer drought such as occurred in 1959, and in these years some fruit thinning would have been desirable. After the first 7 years both regulated and renewal-pruned trees of Superb would have benefitted from some fruit thinning but fruit from established-spur-pruned trees were too large in the early years and would not in general have needed thinning in later years.

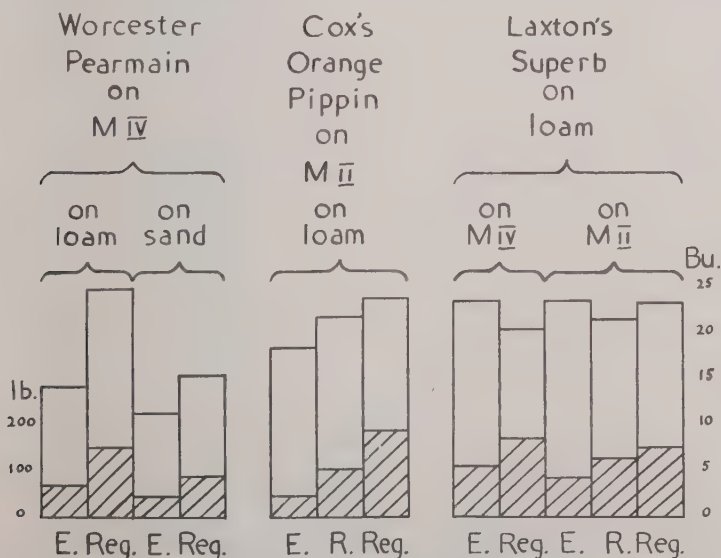


FIG. 2 — Accumulated crops per tree at 7 years (shaded) in pounds, and at 14 years (not shaded) in bushels, (1 bushel = 40 pounds). E = Established-spur-pruned; R = Renewal-pruned; Reg. = Regulated.

A higher proportion of Worcester fruit from regulated trees reached the Fancy (highly coloured) grade than from established-spur-pruned trees.

## BIENNIAL BEARING

The most outstanding effect of established-spur pruning in these trials has been upon the biennial bearing habit of Laxton's Superb. During the first 10-year period, trees pruned by this method have been more regular (PRESTON, 1957). A probable explanation of this result may be that the many small cuts made in the drastic shortening of spurs and laterals resulted in the stimulation of new shoot growth and that this led to a reduction in fruit bud production. The total crops from these trees were not only as heavy as those from other pruning treatments but they were more valuable, being more regular and of better quality.

## DEBLOSSOMED TREES

Four trees of Cox and Superb pruned by each of the three degrees of pruning, medium-hard, light, and very light respectively, were deblossomed for the first 6 years after planting. In the seventh year they were allowed to crop. By avoiding the interacting effect of cropping the dwarfing effect of pruning was clearly shown, the very lightly pruned trees were the largest and the medium-hard pruned trees the smallest. The *first* crop from the deblossomed lightly pruned trees equalled the *accumulated* crops from adjacent and comparable trees that were not deblossomed. Since the formerly deblossomed trees were allowed to crop, their size relationship has altered, the harder pruned trees are now taller, but still less spreading, than the more lightly pruned trees which have had their more spreading branches cut back to keep them at their original spacing. The large tree frameworks formed by this unconventional method resulted in heavier subsequent crops than those from normally treated trees, especially with trees pruned by the two lighter methods. The heavy first crop did not induce irregular bearing with Cox, or with established-spur-pruned trees of Superb, but the two lighter methods made Superb strongly biennial.

## PRUNING IN RELATION TO ROOTSTOCK EFFECT

Pruning method can have a pronounced effect upon the early bearing of trees on rootstocks in different vigour groups. Two examples from recent apple rootstock work illustrate this point.

Firstly, trees of Cox on the dwarfing M. IX and the very vigorous M. XVI were very similar in precocity and total crop during the early years when lightly pruned by the regulated method (Table II) ; later crops from the larger trees on M. XVI were naturally bigger than those from trees on M. IX, but the interplay of pruning method on root-

stock effect in relation to precocity was clearly shown by the seventh year.

The second example raises the question as to whether a large number of small trees can outyield a smaller number of large trees on an acreage basis. Nowadays, with lighter pruning methods and improved rootstocks this question needs reconsideration. Using the cumulative yields at 8 and 13 years from a rootstock trial with Cox, where all trees were uniformly spaced at 15 × 18 feet and pruned by the very light regulated method, the acreage yields were estimated for trees at appropriate planting distances on the dwarfing M. IX and the new vigorous rootstock MM. 104 (PRESTON, 1959). On this basis, if trees on MM. 104 were planted at 17 feet square (150 trees per acre) their yields per acre would have been 24 per cent greater at 8 years than those from trees on M. IX planted at 12 feet square (302 trees per acre), and double their yield at 13 years. Even if half the trees on MM. 104 had been removed at perhaps the eleventh year, the next three years estimated yield from the remaining trees at 24 feet square (75 trees per acre) would have been 31 per cent higher than the yield from trees on M. IX still at 12 feet square. Further research on this important matter is needed.

TABLE II

**Precocity of Cox on M.XVI in relation to M.IX when lightly pruned**

|  | Rootstock | Total crop (lb. per tree) |            |
|--|-----------|---------------------------|------------|
|  |           | at 5 years                | at 7 years |
|  |           |                           |            |
|  | M.IX      | 34                        | 72         |
|  | M.XVI     | 31                        | 96         |

### Discussion

The results from these trials suggest that there is probably no one best method of pruning bush apple trees, but that the method should be suited to the variety and, perhaps even more important, to the general growing conditions and the rootstock used. Within these limits certain results are clear cut. For example, the performance of the regulated trees, where shaping received no special attention, suggests that the time spent on shaping trees to artificial forms, such as the open-centre and the delayed open-centre, may not always be justified. The advantages of the lighter methods of pruning, renewal and regulated, in increasing the chances of pollination during the blossom period are obvious.



With filler trees and also with trees on vigorous rootstocks the regulated method has distinct advantages in securing early bearing. It is a quick method to apply and records show that a saving of 10 minutes per tree may be made compared with renewal pruning; this could result in a saving of three working days per acre for one man. The method also lends itself readily to the use of pneumatic pruning tools once the trees are large enough.

The pruning of Laxton's Superb by the established-spur method lessened its biennial bearing habit but it remains to be seen how long this effect can be maintained. With trees that are already strongly biennial, detailed pruning involving the drastic shortening of spur systems and laterals may succeed in breaking the habit. The work should be started in the winter before the next off year as suggested by Roberts (1921), and confirmed by Grubb (1939) at East Malling.

The effect of different pruning methods on June drop is of considerable importance. Leader tipping and medium-hard pruning increased initial fruit set but this was followed by severer drop than with the lighter methods. It is possible that these fruitlets had to compete with the numerous young shoots stimulated into growth by this method of pruning, but which were still largely undeveloped, at a critical time during the season.

In conclusion I would like to make a plea for standardisation of pruning terms. An attempt has already been made in England by the Horticultural Education Association (1955) and a useful glossary of pruning terms is now available. However, if the work could be carried one stage further, by reaching international agreement on a set of terms and their definition, a glossary could be produced in the major languages for the benefit of research workers, lecturers, growers and students in many countries.

#### REFERENCES

- GRUBB, N. H. (1939). Winter pruning trials with apples at East Malling. *Sci. Hort.*, 7, 24-32.
- Horticultural Education Association. (1955). A glossary of terms used in pruning fruit trees. *Sci. Hort.*, 11, 67-74.
- PRESTON, A. P. (1957). Pruning trials with Laxton's Superb apple. *J. hort. Sci.*, 32, 133-141.
- ID. (1959). Apple rootstock studies: Growth and cropping of Cox's Orange Pippin on some Malling and Malling-Merton rootstocks. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1958, 47-52.
- ID. (1960). Pruning trials with Cox's Orange Pippin apple. *J. hort. Sci.*, 35, 146-156.
- ROBERTS, R. H. (1921). Off-year apple bearing and apple spur growth. *J. Pomol.*, 2, 16-37.
- ROGERS, W. S., and PRESTON, A. P. (1947). Renewal and established-spur pruning of mature apple trees. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1946, 49-54.

## SUMMARY

Research on the pruning of bush apple trees at East Malling during the past 20 years is reviewed.

A comparison of open-centre and delayed open-centre shapes showed little difference in growth and cropping; the method used in pruning the laterals was of more importance.

Established-spur pruning was compared with renewal pruning on mature trees of Cox's Orange Pippin. Blossom records showed that flowers on old spur systems opened first followed by those on three-year, two-year, and one-year-old wood in that order. Renewal-pruned trees, having their blossoms distributed on young wood as well as on older spurs, were in a potentially more favourable position for pollination during the whole of the blossom period than established-spur-pruned trees, most of whose blossoms were on old spur systems.

Established-spur pruning of Laxton's Superb lessened biennial bearing intensity. With Cox, the harder methods of pruning reduced the number of fruit buds and increased setting but resulted in severe June drop and lower crop than lighter pruning methods such as regulated and renewal pruning.

A plea is made for standardisation of pruning terms. This, if agreed internationally, would greatly assist the research worker and enable a glossary of pruning terms to be published in major languages.

---

### Résultats d'expériences de taille sur pommier à East Malling

## RÉSUMÉ

Une synthèse est présentée sur les 20 dernières années de recherches à East Malling en matière de taille du pommier buisson.

La comparaison du « centre ouvert » et du « centre ouvert différé » fit apparaître peu de différence en croissance et en récolte. Plus importantes se révélèrent les méthodes de taille des ramifications secondaires.

La taille dite « established-spur » fut comparée avec la taille de renouvellement (renewal pruning) sur arbres adultes de la variété Cox's Orange Pippin. Des observations faites à la floraison montrèrent que les fleurs apparaissant sur les vieilles couronnes s'ouvraient les premières, suivies successivement par celles sur bois de 3 ans, 2 ans et 1 an.

Les arbres taillés par la méthode du renouvellement (renewal) ayant leurs fleurs distribuées sur jeune bois aussi bien que sur bois plus âgé se trouvaient en meilleure position pour la pollinisation pendant l'ensemble de la période de floraison que les arbres conçus suivant le système des couronnes établies (established-spur-pruned trees) dont la majorité des fleurs se trouvent sur de vieux complexes de lambourdes.

Le système « established spur » appliqué à Laxton's Superb diminua l'intensité de l'alternance. Avec Cox's, les méthodes de taille plus sévères réduisirent le nombre de boutons et augmentèrent la nouaison, mais il en résulta une chute de juin sévère et une plus faible récolte qu'avec les méthodes moins sévères telles que le « regulated system » et le « renewal ».

Une tentative est faite pour standardiser les termes de taille. Cette proposition, si elle est admise sur le plan international, serait de nature à aider les chercheurs et rendrait possible la publication d'un glossaire des termes de la taille, à publier dans les principales langues usuelles.

---

### Versuchsergebnisse über das Schneiden des Apfelbaumes in East Malling

#### ZUSAMMENFASSUNG

Über die letzten 20 Jahre von Versuchen in East Malling, die sich mit dem Schneiden des Apfelbaumes befassten, wird ein zusammenfassender Bericht gegeben.

Der Vergleich mit der «Hohlkrone» und der «differenzierten Hohlkrone» ergab, dass nur wenig Unterschied in Bezug auf Wachstum und Ernte besteht. Als viel wichtiger erwiesen sich die Schnittmethoden der sekundären Verzweigung.

Der sogenannte «established spur» Schnitt wurde mit dem Schnitt «renewal pruning» an ausgewachsenen Bäumen der Sorte Cox's Orange Pippin verglichen. Dass sich die auf den alten Kurztrieben erscheinenden Blüten vor denen auf dem 3-, 2-, und 1-jährigem Holz öffneten, zeigten die während der Blüte gemachten Beobachtungen.

Die Bäume, die nach der «renewal-Methode» geschnitten wurden, und deren Blüten auf dem jungen ebenso gut wie auf dem älteren Holz verteilt waren, befanden sich für die Bestäubung während der ganzen Blütezeit in einer günstigeren Position als die nach dem System der «established spur-pruned» aufgebauten Bäume, wo die Mehrzahl der Blüten sich auf den alten Komplexen der Pfropfungen befinden.

Das System «established spur», das bei Laxton's Superb angewandt wurde, verringerte die Alternanz. Bei Cox's verringerten die schärferen Schnittmethoden die Anzahl der Blüten und erhöhten die Zahl des Ansatzes, aber durch den Junifall ergab sich eine geringere Ernte als mit den weniger radikalen Methoden, wie z.B. das «regulated system» und das «renewal».

Es wird angestrebt, die Grundregeln der Schnittmethode zu standardisieren. Dieses Vorhaben wäre, wenn es auf internationaler Ebene geschehen würde, dazu geeignet, der Forschung zu helfen und würde die Herausgabe eines erklärenden Wörterbuches über die Begriffe des Schneidens von Bäumen in den wichtigsten Sprachen ermöglichen.

---

# Die Wirkung des Fruchtbogenschnittes auf Trieb und Ertrag bei Apfel und Sauerkirsche

von Prof. F. HILKENBÄUMER

*Directeur, Institut für Obstbau (Universität Bonn) und Versuchsstation  
Klein-Altendorf (Allemagne Occidentale)*

Wie in anderen Betriebszweigen der Landwirtschaft strebt man auch im Obstbau nach einer möglichst raschen Amortisation des Anlagekapitals mit Hilfe frühzeitiger und hoher Erträge. Man ist dabei bereit, für diese Beschleunigung des Entwicklungsverlaufs eine frühere Erschöpfung und eine wesentliche Beschränkung der Lebensdauer der Obstgehölze in Kauf zu nehmen. Der erste Schritt zur Ertragsverfrühung bestand um die Jahrhundertwende in dem Ersatz des arbeitsaufwendigen scharfen Fruchtholzschnittes an streng erzogenen «Kronen» durch einen mässigen Schnitt. Trotz dieser weitgehend natürlichen Entwicklung der «naturgemässen Kronen» wurden an ihr kaum jene erwünschten Früherträge erzielt. Hierzu waren weitere zusätzliche Massnahmen erforderlich.

Seit langem beobachtete man, dass durch das Herunterbinden von steil stehenden Trieben — evt. Absenken der Zweige durch Anhängen von Steinen — bisher nicht tragbare Bäume bald Blüten bildeten. In den zwanziger Jahren wurden bei der Erziehung von «Spindeldbüschen» auf IX alle Kronentriebe waagerecht gebunden und noch frühere Erträge erzielt als auf der «Zwergunterlage» Paradis jaune de Metz schon ohnehin erzielt werden. In den letzten Jahren wurde in umfangreichen Versuchen — angeregt durch das Bogenbinden in Norditalien — das Waagerechtbinden einzelner Nebenäste an Bäumen auf *starken Wuchs verursachenden Unterlagen* untersucht. Die Ertragsverfrühung war so erfolgreich, dass im folgenden über unsere Ergebnisse dieses «Fruchtbogenschnittes» an Apfel und Sauerkirsche berichtet werden soll.

Die *natürliche Fruchtbogenbildung* ist eine übliche Erscheinung an Kronen im Ertrag- und Altersstadium. Bei nachlassendem Triebwachstum sinken die ursprünglich im Jugendstadium aufwärts wachsenden Zweige allmählich in eine bogenförmige Stellung. Zugleich mit dem Absinken des Triebes zeigt sich eine erhöhte Fruchtbarkeit. Mit dem sogenannten Fruchtbogenschnitt werden nun durch Waagerecht- oder Bogenbinden vorzeitig «künstliche Fruchtbögen» gebildet. In unseren in dieser Richtung durchgeführten Versuchen wurde die Wirkung der unterschiedlichen Schnittbehandlung auf die vegetative und generative Leistung des gesamten Baumes und nicht die des behandelten Einzelastes beobachtet.





Abb. 1

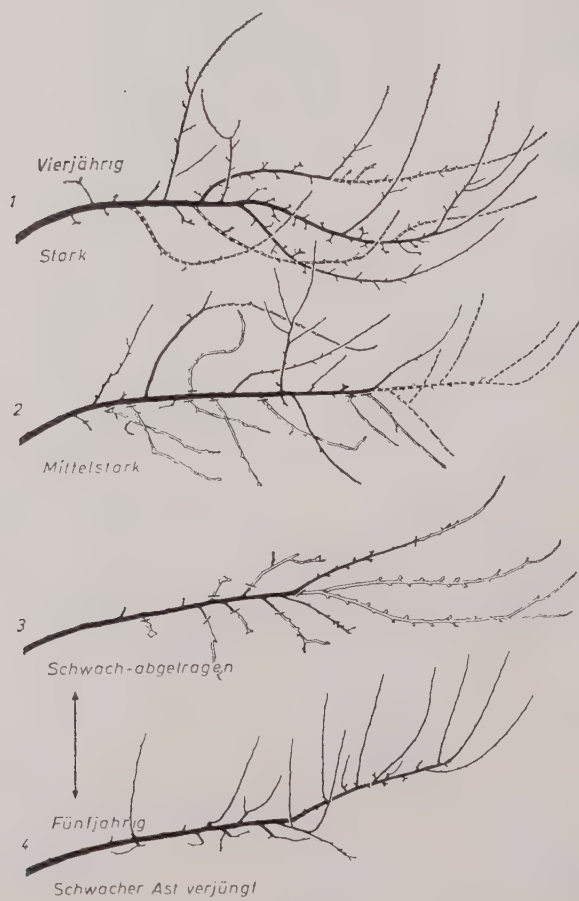


Abb. 2

## Die Durchführung des Fruchtbogenschnittes

### TECHNIK DES FRUCHTBOGENSCHNITTES

Die Technik des Fruchtbogenschnittes wird in der Abbildung 1 demonstriert. Wie bei dem naturgemässen Kronenaufbau bleiben an den *Apfelkronen* neben dem Mitteltrieb drei kräftige Aufbauäste, die günstig zueinander stehen, erhalten. Sie werden wie üblich zurückgeschnitten. Jeweils zwei bis drei zum Kronenaufbau nicht benötigte Nebenäste werden im 1. - 3. Standjahr, und zwar vom Pflanzschnitt an, zu «*künstlichen Fruchtbögen*» waagerecht oder im Bogen gebunden.

Die aus ihnen entstehenden Zweige werden in den ersten Entwicklungsjahren nicht gekürzt. Das Jahr ihres *Rückschnittes* richtet sich nach der Triebstärke und dem Beginn der Verkahlung, wie Abbildung 2 erkennen lässt. Die weiss gehaltenen Sprosssteile müssen, die gestrichelten können nach 3-4 Jahren an den waagerecht gestellten Ästen entfernt werden. Die schwarz gezeichneten Triebe bedürfen noch keines Rückschnitts.

Wie in Abbildung 3 gezeigt, werden die drei Aufbauäste je nach dem

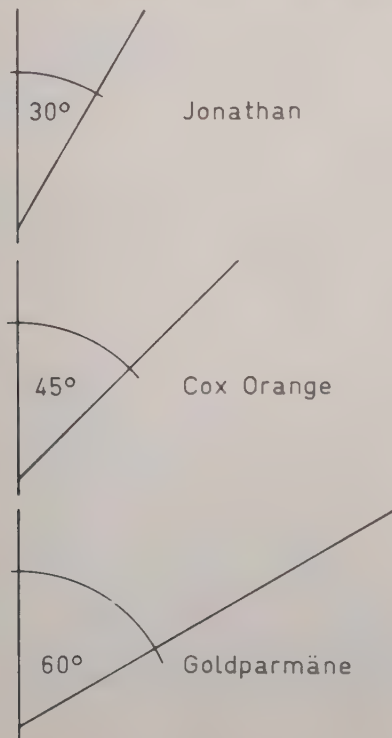


Abb. 3

Wuchscharakter und der Triebstärke der Edelsorte spätestens im 2. Standjahr in einem bestimmten Winkel zur Mittelachse abgespreizt. Erblich steil wachsende Sorten wie Goldparmäne sollen etwa einen Winkel bis  $60^\circ$ , mittelsteile wie Cox Orange und Golden Delicious einen solchen von  $45^\circ$  und leicht hängende wie Jonathan einen Winkel von etwa  $30^\circ$  mit der Mittelachse bilden.

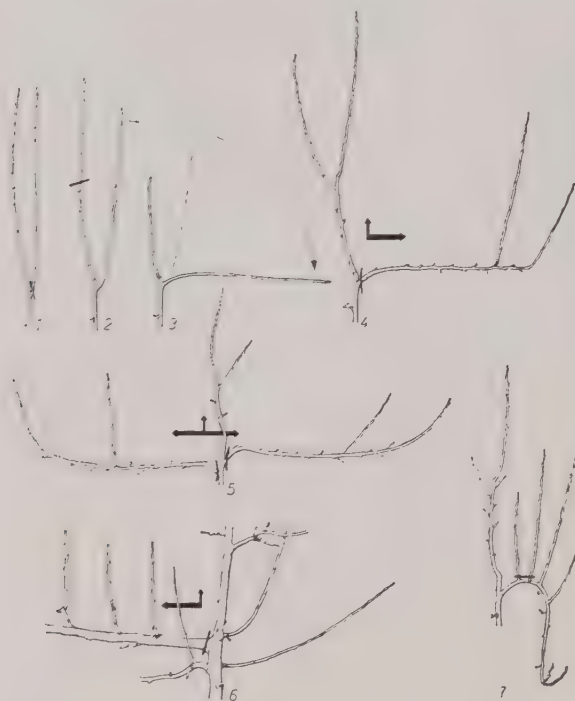


Abb. 4

Da ein harmonischer und lichter Kronenaufbau unter Führung der Leitäste bei der Erziehung der Jungkrone unerlässlich ist, sind häufig Korrekturen erforderlich. Nebenäste, welche die Entwicklung der Aufbauäste behindern, werden wie in Abbildung 4 rechtzeitig entfernt.

Es werden beseitigt: ein zu steil stehender Konkurrenztrieb (1) an der Mittelachse; zu stark entwickelte, mit dem Mitteltrieb konkurrierende waagrecht gestellte Äste (2-6); stärkere und überzählige Reiter auf dem Scheitel bogenförmig gebundener Äste (7). Ferner ist es wichtig, dass das Binden soweit wie möglich rechtwinklig (3) zur Mittelachse erfolgt.

Hier und dort kann man durch zu starke Ernährung zu kräftig entwickelte senkrechte Austriebe auf den waagrecht gestellten Trieben, wie Abbildung 5 zeigt, eventuell mit einer Bindung ebenfalls waagrecht stellen und damit bald in Fruchtholz umwandeln. Ein solcher Durchtrieb zu Holztrieben erfolgt vorwiegend bei Winterbindung an sehr starktriebigen Kronen, aber auch bei Vernichtung der im zweiten Sommer gebildeten Blüten durch Spätfröste.

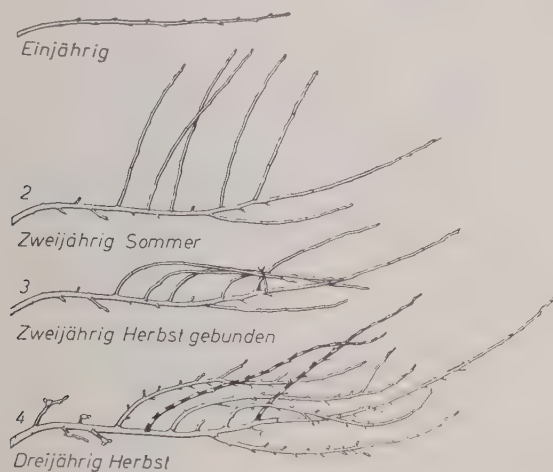


Abb. 5

Auch bei *Schattenmorellenkronen* wurde der übliche *Kronenaufbau* auf den Mitteltrieb und 4 Seitenäste vorgenommen. Anstelle des scharfen Rückschnitts der übrigen Triebe verblieben diese zum Aufbau nicht benötigten Nebentriebe (s. Abbildung 6) in der Krone, soweit sie Platz fanden. Diese Triebe wurden je nach Triebstärke erst nach 2-3 Jahren zurückgeschnitten. Zu schwach entwickelte und verkahlte Äste werden vor allem in dichten Kronen völlig beseitigt (s. Abbildung 6 oben rechts). Die Nebentriebe wurden aber — zum Teil sogar durch Waagrechtbinden — den Seitentrieben soweit untergeordnet, dass sie unterhalb der Schnittebene der Hauptäste lagen und deren kräftigen Austrieb nicht verhinderten. In der Abbildung sind weiss gezeichnete Triebteile zu entfernen, die schwarzen bedürfen keiner Einschränkung. Der untere vierjährige Ast lässt den günstigen Austrieb des darüber liegenden dreijährigen Zweiges und damit die grosse Regenerationsfähigkeit und Ertragsreserve des untergeordneten Nebenastes auch im fortgeschrittenen Alter erkennen.



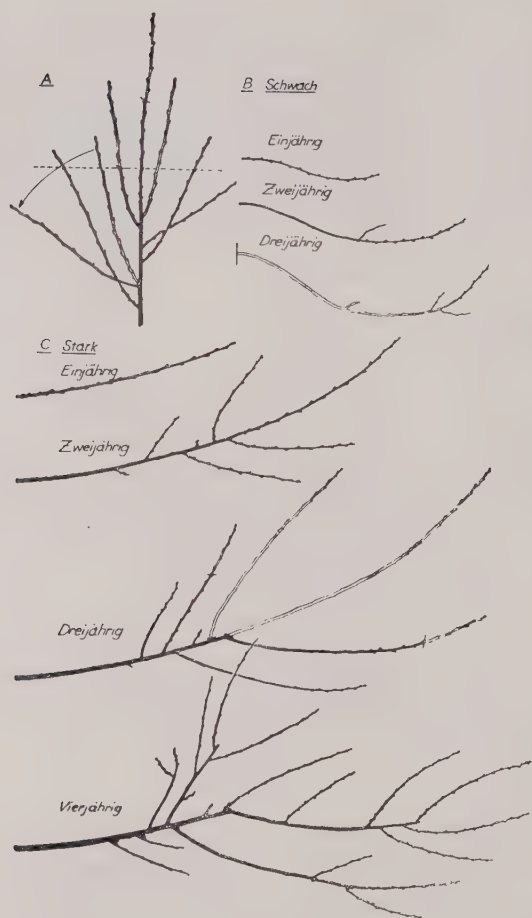


Abb. 6

### ZEITPUNKT DES BINDENS

Die ertragsfördernde Wirkung des Unterordnens hängt auch von dem Zeitpunkt des Bindens ab. Eine Beschleunigung der Blütenbildung ist grundsätzlich nur vor oder während der Zeit der Blütendifferenzierung möglich. Je nach Sorte findet diese im Juli bis August statt. Stellt man steile Triebe während der Vegetationsruhe waagrecht, so kann sich im allgemeinen die Blütenknospenförderung erst im übernächsten Jahr auswirken.

### VERSUCHSMATERIAL

Unsere Versuchsbäume von 5 Edelsorten stehen auf dem gleichen Versuchsgelände, und zwar jede Vergleichsgruppe stets auf der Zwerg-

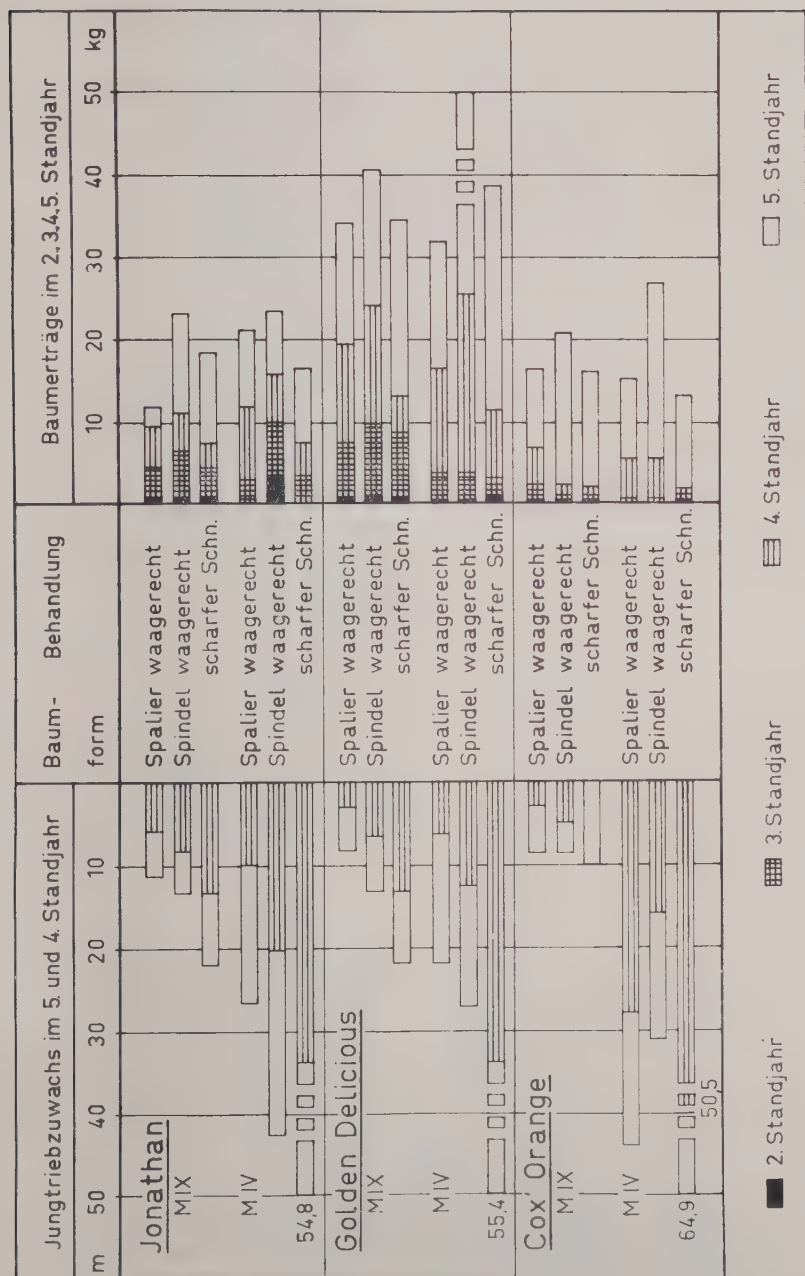


Abb. 7

unterlage M. IX und dem mittelstarkwachsenden Klon M. IV. Bestimmte Versuchseinheiten der freien Spindel (s. Übersicht 2-3) waren darüber hinaus auf dem starkwachsenden M. I und den sehr stark wachsenden Unterlagen M. XI und Apfelsämling veredelt. Wir verglichen freistehende Spindeln (s. Abbildung 7), die entweder dem bislang üblichen scharfen Spindelschnitt — enge Folge von Hauptästen und jährlicher kräftiger Rückschnitt der neu gebildeten Holztriebe — oder dem oben beschriebenen Fruchtholzschnitt mit Hilfe des Waagerechtbindens von Nebenästen unterworfen wurden. In zwei weiteren Versuchsgruppen wurden die Nebenäste unter die Waagerechte oder gar im scharfen Bogen heruntergebunden.

Diese freistehenden Spindeln standen auf dem gleichen Gelände im Vergleich mit streng erzogenen Spalieren gleicher Sorten und Klonunterlagen an drei Spanndrähnen (s. Abbildung 8). An diesen wurden die Hauptäste entweder schräg im Winkel von  $45^\circ$  oder waagrecht angeheftet. In einer weiteren Parzelle wurden freistehende Spindeln von Cox auf M. IX und IV nach 4 Standjahren lose an einen Spanndracht angebunden, der in 60 cm Höhe an die Bäume geheftet und am Ende der Reihe verspannt wurde.

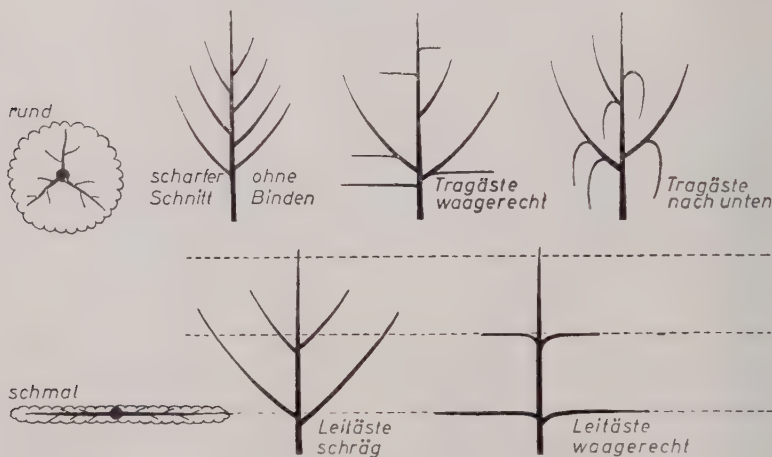


Abb. 8

## Ergebnisse

Anschliessend soll der Einfluss des Fruchtbogenschnittes auf die vegetative und generative Leistung dargestellt und mit den anders behandelten Kronen verglichen werden. Als Bezugsgrundlage für die ertragsfördernde Wirkung an wüchsigen Unterlagen dienten jeweils Bäu-

me auf Paradis jaune de Metz, deren starke Reaktion auf das Herunterbinden seit langem bekannt ist.

#### FREISTEHENDE SPINDELN AUF M. IX UND IV

Die Trieb- und Ertragsleistungen der freistehenden Spindeln auf M. IX und IV werden für drei Edelsorten in Abbildung 7 — umgerechnet auf den Einzelbaum — wiedergegeben. Der sehr *scharfe Schnitt* hatte eine sehr starke Ausbildung von *Holztrieben* zur Folge, ferner eine erhebliche Beschattung innerhalb der Krone und damit eine niedrigere *Ernte* als an den Kronen mit künstlichen waagerechten Fruchtbögen. An scharf geschnittenen Kronen wurde, infolge der geringeren Fruchtanzahl, die relativ stärkste *Fruchtgrösse* erzielt (s. Übersicht 1). Da diese aber vorwiegend am älteren Fruchtholz der stark ausgetriebenen Seitenäste im Kroneninneren entstehen und dadurch stark beschattet sind, ist ihre *Fruchtausfärbung* meistens wesentlich ungünstiger als an den künstlichen Fruchtbögen.

TABELLE 1

#### Fruchtgrösse und Fruchtfarbe bei Spindeln mit unterschiedlicher Schnittbehandlung

|                  | Fruchtgrösse     |            | Fruchtfarbe      |            |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                  | Scharfer Schnitt | Waagerecht | Scharfer Schnitt | Waagerecht |
| <i>Malus IX</i>  |                  |            |                  |            |
| Cox Orange       | 3                | 4          | 3                | 1          |
| Jonathan         | 1                | 1          | 1                | 1          |
| Golden Delicious | 2                | 2          | 1                | 1          |
| <i>Malus IV</i>  |                  |            |                  |            |
| Cox Orange       | 1                | 3          | 3                | 3          |
| Jonathan         | 1                | 2          | 2                | 1          |
| Golden Delicious | 1                | 2          | 3                | 1          |

Grundsätzlich ist die Überlegenheit der Kronen mit *künstlichen waagerechten Fruchtbögen* gegenüber den scharf geschnittenen Spindeln im *Ertrag* bei den aufgeführten Sorten zu erkennen. Die Unterschiede der stärkeren Bäume auf IV sind grösser als bei den schwächeren auf Paradis jaune de Metz. Bei den mittelstark wachsenden Spindeln auf Cox ist der Ertrag an Fruchtbögen mehr als doppelt so hoch als bei scharfem Schnitt. Bei den schwach wachsenden Edelsorten liegt die Ernte etwa um  $\frac{1}{3}$  höher als bei scharfem Schnitt. Selbst bei den in der Abbildung 7 nicht aufgeführten, sehr schwach wachsenden Sorten James Grieve und Oldenburg auf IV sind ertragsmässig die gebundenen Bäume den scharf geschnittenen überlegen.

Bei den Kombinationen aller Wuchsstärken führt das Waagrechtbinden zu einer Verminderung der *Jungtriebbildung* im Vergleich zu scharf geschnittenen Kronen.

Das *bogenförmige Herabbinden von Nebentrieben* — wie es in Norditalien vielfach gehandhabt wird — bietet — trotz der von LIEBSTER herausgestellten vermehrten Fruchtknospenbildung bei Birne — bei unseren geringeren Belichtungsverhältnissen obstbaulich gesehen keine Vorteile im Vergleich zum Waagrechtbinden.

Die Ausbildung starker *Reiter* (s. Abbildung 4) auf dem Bogen-scheitel führt zu einer wesentlichen Steigerung der *Jungtriebbildung*. Die Kronenbreiten stimmen überein mit Kronen waagrecht gestellter Nebenäste. In den ersten drei Standjahren sind die *Erträge* an Bäumen mit bogenförmigen Nebentrieben relativ geringer. Während sich im fünften Standjahr Grieve/IX und Cox/IV ähnlich verhalten, holen Grieve/IV und Cox/IX auf. Stärkere Cox-Spindeln reagieren mithin am günstigsten auf das Horizontalstellen der Nebenäste. Die *Fruchtgrösse* zeigt keine Unterschiede. Dagegen ist die *Fruchtfärbung* an den bogenförmig gebundenen Zweigen bei Grieve/IV und Cox/IV wesentlich geringer als bei waagrecht gestellten. Die Verschlechterung kann mit der stärkeren Beschattung der Früchte unter dem Laubdach der Seitenäste und *Reiter* auf den Bogenscheiteln verursacht werden.

#### FREISTEHENDE SPINDELN AUF XI UND SÄMLING

In einem weiteren Versuch wurde die Wirkung des Fruchtbogenschnittes ausser bei Bäumen auf IX und IV, auf bekannten, verschieden stark wachsenden Unterlagen des Handels, geprüft. In der Übersicht 2 werden die Relativwerte bezogen jeweils auf den Durchschnitt der Sorten Cox, Jonathan und Golden Delicious auf M. IX für die ersten 5 Standjahre aufgeführt. Sie lassen erkennen, dass mit Hilfe der Unterordnung auch starker Nebentriebe bis zum 5. Standjahr, trotz des vielfach doppelt so grossen Jungtriebbzuwachses ausnahmslos die *Erträge* von M. IX erreicht werden; jene von M. IV und XI liegen sogar beträchtlich höher als die Erträge von Jaune de Metz.

In der Übersicht 3 werden die Trieb- und Ertragsleistungen von Bäumen mit naturgemässer Kronenerziehung ohne Fruchtbogenschnitt (scharfer Schnitt) aus früheren Unterlagenversuchen verglichen mit Kombinationen der Versuchsanlage Klein-Altendorf, in der die Nebentriebe waagrecht gebunden wurden. Es handelt sich um Durchschnittswerte der Sorten Cox und Ontarioapfel, die auf IX.100 bezogen sind. Während scharf geschnittene Spindeln auf M. IX im 4. und 5. Standjahr 34 lfm. Trieb entwickelten, war der Zuwachs beim Waagrecht-



TABELLE 2

**Fruchtbogenschnitt bei Apfelspindeln mit verschiedenen Unterlagen bezogen auf IX = 100.** (Durchschnitt der Sorten Cox Orange, Jonathan, Golden Delicious)

| Unterlage<br>IX | Jungtriebbzuwachs<br>100 | Ertrag<br>100 |
|-----------------|--------------------------|---------------|
| Säm.            | 228                      | 94            |
| II              | 152                      | 95            |
| I               | 132                      | 100           |
| VII             | 163                      | 105           |
| IV              | 158                      | 117           |
| XI              | 236                      | 140           |

binden von Nebentrieben nur halb so gross. Den Erträgen scharf geschnittener Bäume von 4,1 kg stehen 39,6 kg von Bäumen mit künstlichen Fruchtbögen gegenüber. Vergleicht man die Triebleistungen der mittelstark wachsenden Unterlagen M. IV und der sehr stark wachsenden XI und Sämling miteinander, so erzielen die Bäume mit waagrecht gestellten Nebenästen auf IV und XI und auf Sämling die Hälfte jener Kronen, die einen scharfen Aufbauschnitt erhielten. Während die scharf geschnittenen Bäume auf IV 25 % und auf Sämling und XI nur etwa 10 % jener auf IX erreichen, sind, wie in der vorigen Darstellung demonstriert wurde, die Erträge an Bäumen mit künstlichen Fruchtbögen denen auf M. IX recht nahe.

TABELLE 3

**Trieb und Ertrag bei unterschiedlicher Schnittbehandlung und verschiedenen Klonunterlagen (Durchschnitt der Sorten Cox und Ontario)**

| Unterlage |   | Jungtriebbzuwachs<br>im 4. und 5. Standjahr |           | Erträge<br>in den ersten 5 Standjahren |           |      |
|-----------|---|---------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|-----------|------|
|           |   | Scharfer Schnitt                            | Waagrecht | Scharfer Schnitt                       | waagrecht |      |
| IX        | m | 34                                          | 16,7      | kg                                     | 4,1       | 39,6 |
|           | % | 100                                         | 100       | %                                      | 100       | 100  |
| IV        | % | 445                                         | 152       | %                                      | 25        | 83   |
| XI        | % | 414                                         | 153       | %                                      | 7,5       | 84   |
| Sä.       | % | 271                                         | 146       | %                                      | 10        | 74   |

Mithin wird durch das Waagerechtbinden vereinzelter Nebenäste der Trieb auch bei an sich stark wachsenden Kronen in einem ähnlichen Ausmass reduziert wie an schwachen oder mittelstark wachsenden Bäumen.

Die Triebdepression ist bei richtiger Handhabe dieser Methode nicht so stark, als dass ein ausreichender Aufbau des Kronengerüsts nicht gesichert wäre. Die Ertragssteigerung auch auf Bäumen stark wachsender Unterlagen ist so beachtlich, dass — entgegen den Auffassungen früherer Jahre — auch bei Wahl stärkerer Unterlagen bei schwach bis mittelstark wachsenden Sorten ähnlich frühe Erträge erreicht werden wie bei dem ohnehin frühtragenden IX. Bei sehr starken Edelsorten wie Boskoop ist eine eventuelle Ertragsbeschleunigung nicht so ausgeprägt wie bei schwächer wachsenden.

**G r u n d s ä t z l i c h** darf aufgrund auch obiger Untersuchungen gesagt werden, dass häufig eine Wirkung auf das Wachstum und den Blütenansatz durch das Binden bzw. die Horizontalstellung von Trieben junger Kernobstbäume Tatsache ist. Wenn trotzdem hier und da (LUCKE, 1959) über Erfolglosigkeit dieser Methode berichtet wird, so liegt das in den meisten Fällen daran, dass entweder der Zeitpunkt des Bindens falsch gewählt wurde — man z.B. von einer Winterbindung bereits für das folgende Jahr eine Ertragsförderung erwartete — oder aber Bäume für den Versuch verwandt wurden, die ohnehin schon im Vollertragsstadium waren, so dass sich eine künstliche Fruchtbogenbildung erübrigte; auch die unterschiedliche Reaktion der einzelnen Sorten ist zu berücksichtigen.

### Spaliere auf M. IX und IV

#### SPALIERE MIT WAAGERECHT GESTELLTEN HAUPTTRIEBEN

Mit Hilfe von Abbildung 7 kann die Leistung der streng erzogenen Spaliere mit waagerecht gestellten Hauptästen im Vergleich zu freistehenden Spindelkronen mit den besprochenen schräg aufrechten Hauptästen und waagerecht gebundenen Nebenästen beurteilt werden. Ebenso wie bei den drei aufgeführten Edelsorten Cox, Jonathan und Golden Delicious brachten auch Grieve und Oldenburg jeweils auf den Unterlagen M. IX und IV an den schmalen Spalieren geringere Erträge als an den Spindeln. Die Unterschiede wurden mit zunehmendem Alter grösser. Die Triebunterschiede auf M. IX waren geringer. In Verbindung mit M. IV brachten nur Spaliere von Cox mehr Jungtriebe. Bei den vier übrigen Sorten war er am Spalier geringer als an den Spindeln gleichen Alters und gleicher Pflege- und Standortverhältnisse.

Vergleicht man die Fruchtgrößen (s. Übersicht 4), so ergibt sich kein gesicherter Unterschied. In 10 von 16 untersuchten Kombinationen war die Fruchtfarbe auf den Spalieren geringer als an den Spindeln mit waagrecht gestellten Fruchtbögen.

TABELLE 4

Fruchtgröße und Fruchtfarbe bei Spindeln und Spalier mit waagrecht gebundenen Nebentrieben

|                  | Fruchtgröße |         | Fruchtfarbe |         |
|------------------|-------------|---------|-------------|---------|
|                  | Spindeln    | Spalier | Spindeln    | Spalier |
| <i>Malus IX</i>  |             |         |             |         |
| Cox Orange       | 4           | 4       | 1           | 1       |
| Jonathan         | 1           | 1       | 1           | 1       |
| Golden Delicious | 2           | 2       | 1           | 2       |
| <i>Malus IV</i>  |             |         |             |         |
| Cox Orange       | 3           | 3       | 3           | 2       |
| Jonathan         | 2           | 1       | 1           | 3       |
| Golden Delicious | 2           | 2       | 1           | 4       |

#### SPALIERS MIT SCHRÄG GESTELLTEN HAUPTTRIEBEN

Die Spaliere mit schräg gestellten Haupttrieben erzeugten in den ersten 5 Standjahren doppelt so viel Jungtriebe wie solche mit waagrechtem Grundgerüst. Ihre Basisäste waren nicht so verkahlt wie die der letztgenannten. Alle oben genannten 5 Sorten auf M. IV brachten an den «schrägen Spalieren» ebenso höhere Erträge wie Oldenburg und Jonathan auf M. IX. Nur bei Grieve, Cox und Golden Delicious auf IX waren die «waagerechten» Spaliere überlegen. Fruchtgröße und -Farbe zeigten kaum Unterschiede.

#### LOSE ERZOGENE HECKEN

Bei Cox auf IX und IV wurden in Klein-Altendorf freistehende Spindeln mit künstlichen Fruchtbögen im 4. Standjahr durch Anheften und Herunterziehen der Haupttragäste und des Mitteltriebes an einen gespannten Draht zur losen Hecke entwickelt. Diese brachte im Gegensatz zum streng erzogenen Spalier noch wesentlich höhere Erträge als freistehende Spindeln mit waagrecht gebundenen Nebenzweigen. Die Ernten lagen bei M. IX im 1. Jahr um 66 % und im 2. Jahr nach der Umstellung um 140 % höher. Bei M. IV waren im 1. Jahr die Erträge bei beiden Versuchsmethoden noch gleich hoch. Im 2. Jahr der Behandlung übertraf jedoch die lose Hecke die freie

Spindel um 62 %. Das Anbinden an den Einzeldraht führte bei IX und IV zu einer Verdoppelung des *J u n g t r i e b z u w a c h s e s* im Vergleich zu den unbehandelten Bäumen. Mithin hat man mit Hilfe mehr freier Hecken die Möglichkeit, nicht nur schmale Bäume in zu eng stehenden Anlagen zu erziehen, sondern auch zu hohen Erträgen zu gelangen. In ihr kann – bei der unvermeidlich raschen Vergreisung — eine unerlässliche Verjüngung wesentlich rascher ohne stärkere Einschränkung der Gesamtkrone erfolgen, als es bei den streng gezogenen Hecken der Fall ist.

#### SAUERKIRSCHEN

Auch bei den Schattenmorellen werden, wie unsere und mitteldeutsche Versuche (MEIER u. REICHEL 1959) bewiesen haben, durch das Belassen einiger, zum Kronenaufbau nicht benötigter und untergeordneter Triebe schon rasch höhere Erträge erreicht. Ohne Behinderung des Kronenaufbaus konnten von diesen Trieben, die nur noch mässig austrieben, im Durchschnitt der ersten 5 Standjahre jährlich schon rund 3,5 kg Erträge erzielt werden. Erst im 5.-6. Standjahr wurden zu dicht stehende, stärkere Tragäste ausgelichtet bzw. zurückgeschnitten und die schwachen und damit verkahlten gänzlich entfernt.

#### Wirkungsweise des künstlichen Fruchtbogenschnittes

Bogenförmiges Binden der Zweige oder Schrägstellen des Stammes beim Apfel sind als ertragsfördernde Methoden seit langem bekannt und im französischen und italienischen Obstbau schon auf verschiedene Weise praktiziert worden. Die positive Wirkung des Fruchtbogenschnittes, die oben am Beispiel von Apfel und Sauerkirsche geschildert wurde, ist auch für andere Obstarten bestätigt worden. Bei der Birne wird z.B. nach Angaben von LIEBSTER 1959 die Blütenbildung umso mehr gefördert, je weiter man nach unten — also auch unter die Waagerechte — bindet. Bei Feigen- und Granatbäumen lässt sich die Ertragsfähigkeit durch Herunterbinden der Zweige ebenfalls steigern, wie STERNBERG und KULIKOWA (1957) berichten. Diese russischen Autoren bringen auch die Ergebnisse einer Apfel-Schrägpflanzung. Die Bäume, die in einem Neigungswinkel von 40-30° gepflanzt wurden, kamen z.T. bereits im zweiten Jahr nach der Veredlung in den Ertrag und lieferten nach 15 Jahren Baumerträge von jährlich 100 kg. Dieselbe Methode, bei der nicht nur einzelne Triebe, sondern die ganzen Bäume dem Einfluss der Schwerkraft ausgesetzt wurden, hat sich auch beim Anbau von Zitronen sehr bewährt. Die Förderung der Blütenbildung durch Veränderung der natürlichen Wuchsorientierung scheint

jedoch nicht auf Obstgewächse oder überhaupt auf holzige Pflanzen beschränkt zu sein. Ähnliche Beobachtungen wurden an verschiedenen anderen Pflanzenarten gemacht. So stellte z.B. van OVERBEEK 1948 fest, dass bei Ananas bereits eine 3 tägige Horizontallagerung der Pflanze ausreicht, um im Vegetationspunkt den Übergang zur Blütenbildung auszulösen. FISHER (1957) erreichte bei Sojabohnen durch ein Inversstellen der ganzen Pflanzen eine frühere und reichere Blüte. WAREING und NASR, LONGMANN und WAREING (1958) konnten an Wald- und Obstbäumen durch Herunterbinden einzelner Triebe ebenso die Blütenbildung positiv beeinflussen wie durch Horizontalstellen ganzer Bäume. )

Aus diesen und anderen botanischen bzw. obstbaulichen Untersuchungen geht hervor, dass Zeitpunkt und Ausmass der Blütenbildung durch die Orientierung der Pflanze zur Schwerkraft der Erde beeinflusst werden. Wie bereits VÖCHTING (1884) festgestellt hat, wird ein Trieb, sobald er von der lotrechten Wachstumsrichtung abweicht, durch die Einwirkung der Schwerkraft im vegetativen Wachstum gehemmt ; eine solche Wachstumshemmung war auch bei allen oben beschriebenen Versuchen mit dem Fruchtbogenschnitt deutlich erkennbar. Da vegetatives Wachstum und Blütenbildung einander wechselseitig beeinflussen, kann man die Wirkung der künstlichen Fruchtbogenbildung in einer durch die Schwerkraft bedingten Wachstumshemmung sehen.

Über die physiologischen Ursachen dieser Wirkung herrscht jedoch noch keineswegs völlige Klarheit. Schwerkraftreaktionen bei Pflanzen kennt man seit langem, die bekannteste ist der Geotropismus. Da es sich bei diesem um eine eindeutige Wachstumsreaktion handelt, deren physiologische Grundlagen heute schon weitgehend aufgeklärt sind, bezeichneten WAREING und NASR die Förderung der Blütenbildung in der horizontalgestellten Pflanze als «gravimorphism», d.h. als Änderung der Triebgestalt unter dem Einfluss der Schwerkraft. Diese Gestaltänderung lässt sich am herabgebogenen Apfeltrieb leicht beobachten. Während in aufrechtem Zustand das Spitzenwachstum gefördert wird, ist im gesenkten Zustand der Austrieb der Seitenknospen auf der Oberseite des Zweiges begünstigt und es kommt z.B. bei bogenförmig gebundenen Trieben zur Ausbildung einzelner Reiter auf dem Bogenscheitel. Da aber diese morphologischen Unterschiede zwischen aufrechten und waagerechten Trieben im wesentlichen auf Wachstumsvorgängen beruhen, kann man annehmen, dass der sog. «gravimorphism» wie der Geotropismus seine Ursache im Wuchsstoffhaushalt hat. Das würde bedeuten, dass die Förderung der Blütenbildung an horizontalgestellten Pflanzen durch Veränderungen in den Wuchsstoffverhältnissen bedingt ist.



Über die direkten Zusammenhänge zwischen Wuchsstoffen und Blütenbildung ist bisher wenig bekannt. Im allgemeinen wird den Wuchsstoffen eine blühhemmende Wirkung zugeschrieben (v. DENFFER, 1950). Dies steht auch im Einklang mit den Erfahrungen in der obstbaulichen Praxis, dass extrem starker — vor allem aufrechter — Trieb (der ja ein Zeichen für hohen Wuchsstoffgehalt ist) einen hohen Ertrag verhindert. Man hat aber gelegentlich auch schon eine Blütenförderung durch Wuchsstoffzuführung beobachtet. So wird z.B. nach Angaben von HARLEY, MOON und REGEIMBAL (1958) durch Hormonspritzungen zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Blüte der Blütenansatz für das folgende Jahr erhöht. Offenbar haben Wuchsstoffbehandlungen nicht in jeder Entwicklungsphase einer Pflanze die gleiche Wirkung.

Wenn man aufgrund zahlreicher Untersuchungsergebnisse auch annehmen kann, dass Wuchsstoffe an der Blütenbildung wesentlich beteiligt sind, so ist doch eine spezifische Wirkung bisher nicht erwiesen. Deshalb ist zu vermuten, dass den Wuchsstoffen ebenso wie bestimmten Nährstoffen nur eine quantitative Wirkung zukommt. Wie wir eben schon festgestellt haben, ist der aufrecht wachsende Jahrestrieb periodisch aufgebaut, während am waagerechten die Seitenknospen bzw. -triebe über die ganze Länge gleichmässig ausgebildet sind. Dies deutet darauf hin, dass in der Horizontallage über den ganzen Trieb hin annähernd gleiche physiologische Bedingungen herrschen, während im aufrechten Trieb die inneren Faktoren ungleich verteilt sind. Für den Stickstoff- und Kohlenhydratgehalt aufrechter und waagerechter Triebe konnten STERNBERG und KULIKOWA (1857) solche Unterschiede in der Verteilung bereits nachweisen. Im vertikalen Trieb liegt die Hauptmenge beider Substanzen in der Spitze, und zur Basis hin zeigt sich eine kontinuierliche Abnahme. Im horizontalen Trieb dagegen sind die Kohlenhydrate ganz gleichmässig verteilt und das Stickstoffgefälle ist umgekehrt. Eine entsprechende Untersuchung der quantitativen Verteilung der Wuchsstoffe und anderer, für die Blütenbildung wesentlicher Faktoren liegt bisher noch nicht vor. Deshalb ist eine befriedigende Klärung der physiologischen Ursachen der vermehrten Blütenbildung an horizontal gestellten Pflanzen oder Pflanzenteilen vorläufig noch nicht möglich.

---

## LITERATUR

- DENFFER, D. v. Blühhormon oder Blühhemmung? *Naturwiss.*, 37, 296-301 u. 317-321 (1950).
- FISHER, J. E. Effect of Gravity on Flowering of Soybeans. *Science*, 125, 396 (1957).
- HARLEY, C. P., MOON, H. and REGEIMBALL, L. O. Evidence that Post Bloom Apple Thinning Sprays of Naphthaleneacetic Acid Increase Blossom-Bud Formation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 72, 52-56 (1958).
- HILKENBÄUMER, F. Vergleich von Trieb- und Ertragsleistungen von Schattenmorellen in den ersten sechs Standjahren auf verschiedenen Standorten, Unterlagen, Stammbildnern und bei unterschiedlicher Schnittbehandlung. *Der Erwerbsobstbau*, 1, 7-11 (1959).
- Id. Unterlageneinfluss bei Apfelsorten. *Der Erwerbsobstbau*, 1, 147-151 (1959).
- Id. Durchführung des Fruchtbogenschnittes bei Apfelbäumen. *Der Erwerbsobstbau*, 2, 24-26 (1960).
- Id. Einfluss der Kronenerziehung bei Apfelbäumen. *Der Erwerbsobstbau*, 2, 3-7 (1960).
- LIEBSTER, G. Untersuchungen über die Zweckmässigkeit des Herunterbindens von Langtrieben bei Birnen. *Der Erwerbsobstbau*, 2, 41-44 (1960).
- LONGMAN, K. A. and WAREING, P. F. Effect of Gravity on Flowering and Shoot Growth in Japanese Larch. *Nature*, 182, 380-381 (1958).
- LUCKE, R. Zum Waagrechtbinden der Langtriebe beim Apfel. *Der Erwerbsobstbau* 1, 135-140 (1959).
- MEIER, G. und REICHEL, M. Zum Schnitt der Schattenmorelle. *Der Deutsche Gartenbau*, 11 (1959).
- OVERBEEK, J. VAN and CRUZADO, H. J. Flower Formation in the Pineapple Plant by Geotropic Stimulation. *Amer. J. Bot.* 35 (7), 410-412 (1948).
- STERNBERG, M. B. und KULIKOWA, R. F. Über physiologische Besonderheiten abgogener Triebe von Obstbäumen. *Bot. Journ. (russ.)*, 42, 1079-1087 (1957).
- VÖCHTING, H. Über Organbildung im Pflanzenreich. Bonn 1884.
- WAREING, P. F. and NASR, T. Effect of Gravity on Growth, Apical Dominance and Flowering in Fruit Trees. *Nature (Lond.)*, 182, 379-380 (1958).

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Ziel, durch geeignete Schnittmassnahmen die Fruchtbildung zu fördern, wurde die Auswirkung des «Fruchtbogenschnittes» an 5 verbreiteten Apfeledelsorten auf schwachen bis starken Unterlagen und an Schattenmorellen (Lösslehm, 650 mm Niederschläge) untersucht. Der Fruchtbogenschnitt erfolgte durch waagerechtes oder bogenförmiges Binden von zum Kronen-Aufbau nicht benötigten, ungeschnittenen Nebenästen.

In den ersten 5 Standjahren brachten gleiche Sorten: Unterlagen-Kombinationen bei Fruchtbogenschnitt an freistehenden Spindeln frühere und höhere Erträge besser ausgefärbte Äpfel als bei scharfem Schnitt an Spindeln oder bei systematisch an Drähten erzogenen Spalieren. Die ertragsfördernde Wirkung war bei stärker wachsenden Sorten und Unterlagen-Kombinationen relativ grösser als bei schwach wachsenden. Die Auswirkung des Waagrechtbindens war so stark, dass die bisher bekannten Trieb- und Er-

tragsunterschiede an jungen Kronen gleicher schwacher bis mittelstarker Sorten auf Unterlagen verschiedener Triebstärke im Wuchs zum Teil und im Ertrag weitgehend ausgeglichen wurde.

Auch bei Schattenmorellen brachten scharf geschnittene Kronen geringere Erträge als solche, in denen in der Krone ungeschnittene, untergeordnete Nebentriebe verblieben.

Botanische und obstbauliche Untersuchungen lassen folgende physiologische Grundlage für die oben beschriebene Wirkung der Fruchtbogenbehandlung erkennen : Zeitpunkt und Ausmass der Blütenbildung werden durch die Orientierung der Pflanze zur Schwerkraft der Erde beeinflusst. Die bisher bekannten Schwerkraftreaktionen haben offenbar eine gemeinsame Ursache im Wuchsstoff-Haushalt der Pflanze. Daher darf man vermuten, dass auch die Förderung der Blütenbildung an mehr horizontal stehenden Trieben indirekt evt. über den Nährstoffhaushalt oder direkt auf einer Änderung in der Verteilung der Wuchsstoffe beruht.

---

### **Influence de l'arcure sur la croissance et le rendement du pommier et du griottier**

#### **Résumé**

Sur 5 variétés de pommier greffées sur des sujets porte-greffe de faible et de forte vigueur, et sur griottiers (Loess, précipitation 650 mm) l'effet de l'arcure a été étudié en vue de favoriser la fructification par une taille appropriée. L'arcure fut obtenue par l'inclinaison horizontale ou arquée des branches latérales non taillées ne servant pas à la formation de la couronne.

Pour les mêmes combinaisons variétés, sujets porte-greffe l'arcure appliquée sur fuseaux libres donna, pendant les cinq premières années, des récoltes plus hâtives et plus élevées avec fruits mieux colorés, que celles qui purent être obtenues sur des fuseaux soumis à une taille sévère ou sur espaliers. L'action favorable sur la récolte fut relativement plus grande chez les combinaisons variétés, sujets porte-greffe de grande vigueur que chez celles de faible vigueur. L'effet de la position horizontale fut tellement grande que les différences de vigueur et de rendement observées jusqu'à présent entre de jeunes arbres de mêmes variétés greffées sur des sujets porte-greffe de diverses vigueurs furent largement dépassées quant aux rendements et partiellement quant à la croissance.

Chez les griottiers aussi, la récolte était moins élevée chez les arbres soumis à une taille sévère, que là où dans la couronne des pousses latérales subordonnées furent maintenues intactes (non taillées).

Des études botaniques et arboricoles ont révélé une explication physiologique pour l'action de l'arcure décrite ci-dessus : l'époque et l'importance de la formation des fleurs sont influencées par l'orientation de la plante vis-à-vis de la pesanteur de la terre. Les réactions dues à la pesanteur, connues jusqu'à présent, ont certainement une cause commune : les substances de croissance. C'est pourquoi on ose présumer que sur des pousses en position plus horizontale la formation de fleurs plus précoce, est due indirectement aux éléments nutritifs présents ou directement à la répartition modifiée des substances de croissance.

---

### **Influence of bending on the growth and yield of apple and sour cherry trees**

#### **SUMMARY**

With the object of stimulating fructification by appropriate pruning, the influence of bending has been studied on 5 apple varieties grafted on dwarfing and on vigorous rootstock, and on sour cherries (Loess, 650 mm rainfall). Bending was obtained by horizontal inclination or arching of the lateral unpruned twigs not needed for the building-up of the crown.

Using the same rootstock-variety combinations, the bending applied to free spindles resulted in earlier and higher crops of better coloured fruit than grown on hard pruned spindles or on trained fruit trees. The favourable influence noted was greater in the vigorous stock-variety combinations. The effect of the horizontal position was so marked, that the differences in vigour and yield so far observed between young trees of the same variety grafted on different rootstocks, were greatly exceeded in yield and also partly in growth.

The yields were also smaller on hard pruned sour cherries than on trees where secondary lateral shoots in the crown were kept intact (unpruned).

Botanical and tree management studies have made it possible to put forward a physiological explanation of the above mentioned influence of bending: the time and the amount of blossoming of trees are influenced by the orientation of the plant towards earth gravity. Gravitational reactions known so far, certainly originate from a common source: growth substances. This provides the basis for putting forward that early blossoming on more horizontally placed shoots is due indirectly to the nutrients present or directly to the modified distribution of growth substances.

---

# Étude de la fructification de la variété de pommier « Cox's Orange Pippin » (\*)

par E. DERMINE et A. MONIN

*Chefs de Travaux à la Station d'Amélioration des Plantes fruitières et maraîchères,  
Grand-Manil (Gembloux) (Belgique)*

## RELATION ENTRE LA PRODUCTIVITÉ, LA VIGUEUR ET LA TAILLE

### Chapitre I. — Introduction

#### LA COX'S VUE SOUS L'ANGLE DU PRATICIEN

Dans l'assortiment variétal des cultures modernes de pommiers en Belgique, la Cox's occupe assurément une place de choix. Dans nos plantations d'après guerre, cette variété est représentée à concurrence d'environ 50 % des arbres plantés.

Cette vogue trouve sa justification tout d'abord dans la grande valeur marchande de la Cox's, valeur due principalement à des qualités gustatives incontestables, également à des propriétés de conservation frigorifique satisfaisantes.

Il est d'autre part un fait qui est de nature à consolider la faveur dont cette variété jouit et qui justifiera vraisemblablement, sauf éléments nouveaux, la poursuite de cette politique dans l'avenir. Il se révèle, de plus en plus, que la Cox's de qualité ne peut être produite que dans une zone relativement restreinte et comprenant principalement, outre notre pays, la Hollande, l'Angleterre, la France du Nord, l'Allemagne de l'Ouest, le Danemark.

En résumé, le praticien moyen pense de la Cox's ce qui suit :

1) C'est une des rares variétés pour lesquelles nous pouvons revendiquer, non pas une sorte d'exclusivité, mais tout au moins des conditions de production avantageuses par rapport à d'autres régions fruitières européennes.

(\*) Travail réalisé en collaboration avec le Comité National pour l'Étude de la Culture fruitière (I.R.S.I.A.). — Nous remercions M. DAGNELIE, Maître de Conférences à la Chaire de Mathématiques de l'Institut agronomique de Gembloux, pour sa collaboration au dépouillement des résultats. — Nous remercions également nos techniciens pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans la conduite des essais : MM. A. BOLLINNE, A. HODY et J. SIMONIS.



2) C'est une variété dotée d'une excellente vigueur, nettement supérieure à la moyenne.

3) Sa capacité de floraison est certainement l'égale de celle des meilleures variétés. Comme indiqué dans la suite de cette étude, la floribondité du bois d'un an notamment est remarquable, ouvrant la porte à des possibilités jusqu'à présent non exploitées ou mal exploitées.

4) Malgré les deux qualités précédentes, indispensables à la réalisation de forts rendements, la Cox's pêche par une fertilité insuffisante. A la Station de Grand-Manil, le rendement moyen par arbre pendant 9 années de culture sur S. P. G. type M. IX à partir de la plantation, pour nos variétés de base, fut le suivant (en kg) :

|       |          |              |                  |
|-------|----------|--------------|------------------|
| Cox's | JONATHAN | JAMES GRIEVE | GOLDEN DELICIOUS |
| 7.7   | 9.9      | 10.2         | 13.8             |

Si, pour établir cette comparaison, nous éliminons les années mineures, soit pour le cas envisagé les 4 premières après la plantation, nous obtenons les chiffres moyens annuels suivants :

|       |          |              |                  |
|-------|----------|--------------|------------------|
| Cox's | JONATHAN | JAMES GRIEVE | GOLDEN DELICIOUS |
| 12.3  | 16.7     | 17.3         | 23.4             |

Il est donc indéniable que la fertilité de la variété envisagée laisse à désirer.

Au cours des années prises en considération dans l'élaboration du tableau précédent, soit de 1955 à 1959 inclusivement, la récolte 1956 a été très fortement marquée par la chute de juin et peut être rendue responsable d'une part importante de l'insuffisance de la productivité.

La présente saison a été également caractérisée par une chute abondante survenue après la nouaison. Des comptages précis que nous avons effectués à Grand-Manil ont montré que pour la Cox's, dans certaine parcelle expérimentale, la proportion de fruits ayant résisté à la chute de juin par rapport aux fleurs, n'était que de 4 %, en ce qui concerne le bois de 2 ans.

En conclusion, la Cox's est généralement considérée comme une variété qui pourra devenir notre grande spécialité, mais qui offre malheureusement de graves défauts, principalement une fertilité capricieuse, à laquelle il faut ajouter une susceptibilité particulière à certaines maladies cryptogamiques et physiologiques.

C'est dans ce contexte de l'étude de la fertilité en général et de la chute de juin en particulier qu'il faut considérer le travail présenté ci-après.

Nous sommes intimement persuadés que l'étude de la taille et de l'influence possible des particularités des rameaux sur leur rendement ne constituent qu'un aspect du problème et qu'il sera indispensable de

vérifier l'incidence d'autres éléments sur la fructification de la Cox's, notamment des conditions climatiques printanières.

#### SCHÉMA DE LA RECHERCHE A LONGUE ÉCHÉANCE

##### 1) *Recherche de tendances*

L'étude dont il est question porte donc en fait sur la recherche de l'influence possible, sur le rendement des rameaux de 2 ans et d'un an, de différents facteurs, un de ceux-ci étant totalement sous le contrôle de l'homme, la taille, les autres étant constitués par des particularités végétatives que nous devons *plus ou moins* subir : la vigueur des arbres, la situation des branches dans la couronne, leur inclinaison, leur longueur, leur diamètre, l'importance de la garniture en rameaux d'un an, et aussi la récolte de l'année précédente (considérée tant du point de vue « rameau » que du point de vue « arbre »).

A priori, tous ces éléments ont une valeur égale et il n'est nullement exclu que l'un ou l'autre caractère indépendant de nous ne se révèle plus important que la taille que nous réglons comme nous le voulons.

Chacun des facteurs retenus sera donc examiné quant à l'incidence de ses différentes modalités d'application ou de ses différents aspects naturels.

*Mais quand on analyse la valeur d'une caractéristique déterminée des rameaux, on assimile toutes les autres à une constante, faute de quoi le nombre de répétitions tomberait rapidement à une valeur dérisoire.*

Les renseignements que l'on recueille en procédant de cette façon ne peuvent constituer assurément que des indications, des *tendances*. Il est clair en effet que des interactions jouent et que des influences contradictoires peuvent masquer des actions bien précises.

2) Une fois les tendances isolées, il faudra procéder à des *tests* de contrôle dans lesquels seront comparées des influences qui se seront révélées résolument contradictoires.

Les rameaux d'essai ne seront plus ici choisis au hasard comme dans la première phase de l'expérimentation, mais au contraire sélectionnés en fonction de caractéristiques précises, favorables ou défavorables, mais de toutes façons aptes à mettre en valeur les résultats acquis précédemment.

Une analyse biométrique permettra alors de chiffrer valablement les différences relevées.

##### 3) *Elaboration d'un système de taille*

Obtenir un rendement optimum de la combinaison « bois d'un an + bois de 2 ans » est évidemment un des buts que nous poursuivons dans cette étude sur la Cox's.

Cependant, le système de taille que nous serons vraisemblablement amenés à imaginer devra, en outre, tenir compte des impératifs classiques en la matière, et notamment des exigences de la taille de formation, de la recherche d'une construction équilibrée, solide mécaniquement parlant, et surtout suffisamment longévie.

#### TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE ET ANALYSE DES RÉSULTATS

##### *La technique proprement dite*

Chaque rameau que nous étudions est considéré comme une individualité dont on ne retient, comme caractère général, que son appartenance à un arbre d'une vigueur cotée.

Nous tenons note d'une série de particularités susceptibles a priori d'influencer le rendement, de même évidemment que du traitement de taille qui est appliqué.

Ces caractéristiques auxquelles nous nous sommes attachés jusqu'à présent sont les suivantes :

- la vigueur de l'arbre auquel appartient le rameau. Cette vigueur est cotée conventionnellement de 1 à 5 : 1 représentant la vigueur la plus faible et 5 la vigueur la plus grande.

Nous notons également la circonférence des troncs avant et après la saison de croissance.

- le rendement précédant l'essai, considéré tant du point de vue arbre, et exprimé dans ce cas en kg, que du point de vue rameau, et exprimé ici en nombre de fruits.

- la situation du rameau dans l'arbre : dans le bas de la couronne, au milieu ou dans sa partie supérieure.

- l'angle d'insertion : rameaux érigés (pratiquement entre 0 et 30° par rapport à la verticale), moyennement inclinés (45° à 15°), horizontaux (60° et +).

- La longueur du rameau.

- Le diamètre, mesuré au quart inférieur de la longueur des rameaux.

- La garniture. Nous appelons ainsi l'ensemble des ramifications d'un an qui prolongent ou étoffent le bois de 2 ans considéré. Cette garniture est simplement mesurée quant à sa longueur.

- La taille.

Divers traitements du bois sont l'objet de nos investigations :

a) le bois d'un an est laissé totalement intact,

b) chacun des rameaux constituant la garniture est raccourci de moitié. C'est ce que nous appelons la taille 1/2,

- c) chacun des rameaux constituant la garniture est coupé à la limite du bois de 2 ans, dans les rides de la base des brindilles d'un an,
- d) une variante du type précédent réside dans la taille au-dessus du premier bouton du bois de 2 ans,
- e) taille dans le bois de 2 ans de façon à ne conserver que la moitié de ses boutons.

— Comptages du nombre de bouquets par rameau, des fruits noués et des fruits après chute de juin.

### *Technique d'analyse des résultats*

*Dans l'état actuel des listings de résultats dont nous disposons, le comportement des rameaux est étudié quant à l'incidence de deux éléments susceptibles, a priori, d'expliquer ou de provoquer des différences : la vigueur et le type de taille.*

Pour chaque essai, 21 variables sont calculées en fonction de chacun de ces deux facteurs, plus précisément en fonction de chacune des classes ou modalités d'application choisies au sein de ces facteurs. C'est ainsi que pour chacune des 5 classes de vigueur retenues et pour chaque type de taille examiné, nous disposons des renseignements suivants :

- 1) B1 = nombre de bouquets moyen sur le bois d'un an.
- 2) N1 = nombre de fruits après nouaison sur le bois d'un an.
- 3) F1 = nombre de fruits après chute de juin sur le bois d'un an.
- 4) (5 et 6) : B2, N2, F2 = idem sur le bois de 2 ans.
- 7) B1 + B2 = nombre de bouquets sur les bois d'1 an et 2 ans réunis.
- 8) N1 + N2 = nombre de fruits après la nouaison sur 1 an + 2 ans.
- 9) F1 + F2 = nombre de fruits après chute de juin sur 1 an + 2 ans.
- 10) N1 — F1 = nombre de fruits perdus, à partir de la nouaison, par le fait de la chute de juin, sur le bois d'un an.
- 11) N2 — F2 = idem au cas précédent, mais pour le bois de 2 ans.
- 12) (N1 + N2) — (F1 + F2) = idem au cas précédent mais pour l'ensemble des bois de 1 et 2 ans.
- 13)  $100 \frac{N1}{B1}$  = proportion de fruits noués par rapport au nombre de bouquets comptés initialement en ce qui concerne le bois d'un an. Nous appelons cette valeur « Indice de nouaison ».
- 14)  $100 \frac{N2}{B2}$  = indice de nouaison pour le bois de 2 ans.

- 15)  $100 \frac{N1 + N2}{B1 + B2}$  = indice de nouaison pour l'ensemble des bois de 1 et 2 ans.
- 16)  $100 \frac{F1}{N1}$  = proportion de fruits ayant résisté à la chute de juin par rapport aux fruits comptés après nouaison pour le bois d'un an. Nous appelons cette valeur « Indice de résistance à la chute de juin ».
- 17)  $100 \frac{F2}{N2}$  = indice de résistance à la chute de juin pour le bois de 2 ans.
- 18)  $100 \frac{F1 + F2}{N1 + N2}$  = indice de résistance à la chute de juin pour l'ensemble des bois de 1 et de 2 ans.
- 19)  $100 \frac{F1}{B1}$  = Proportion de fruits ayant résisté à la chute de juin par rapport aux bouquets comptés initialement, pour le bois d'un an. Nous appelons cette valeur « Indice de fertilité ».
- 20)  $100 \frac{F2}{B2}$  = indice de fertilité pour le bois de 2 ans.
- 21)  $100 \frac{F1 + F2}{B1 + B2}$  = indice de fertilité pour l'ensemble des bois de 1 et de 2 ans.

En résumé donc, parmi ces 21 variables, nous trouvons tout d'abord une première série de précisions statistiques relatives à des quantités absolues de bouquets, fruits noués et fruits définitifs. Ces chiffres représentent des moyennes par rameau, pour une vigueur déterminée et une taille précise.

Après cela, nous disposons d'une série d'indices qui sont des valeurs relatives, des rapports entre deux choses. Il n'est plus question ici de précisions quant au rameau moyen, mais bien d'une appréciation chiffrée du comportement, en cours de saison, de 100 bouquets ou de 100 fruits noués.

#### MATÉRIEL EXPÉRIMENTAL

Quatre parcelles expérimentales ont été retenues pour la présente étude. En voici les particularités essentielles :

- 58/0 : arbres greffés sur M.IX, âgés de 8 ans à partir de la greffe l'année de l'essai. Sol : limon profond de première qualité.
- 58/1 : arbres greffés sur M.II, âgés de 7 ans à partir de l'écussonnage, l'année de l'essai. Sol : limon lourd profond.



- 59/1 : arbres greffés sur M.IX, âgés de 9 ans à partir de l'écussonnage. Sol : comme 58/0.
- 59/2 : arbres greffés sur M.IX. Sujets transplantés actuellement poussant très vigoureusement, adultes. Sol : comme 58/0.

## Chapitre II. — Etude de la floraison

Avant d'étudier l'influence de divers facteurs sur la fructification, il est utile de prendre connaissance du matériel que l'on travaille. C'est dans ce but que nous nous proposons d'analyser d'abord l'état de floribondité des rameaux, en fonction principalement de la vigueur des arbres et de la taille appliquée.

On peut se demander si le potentiel de floraison des arbres est lié à leur vigueur.

*Le tableau 1 et le graphique I expriment pour les bois de 1 et 2 ans la floribondité moyenne par rameau en fonction de la vigueur.*

Ce tableau se rapporte à 4 essais différents répartis sur 2 ans.

L'examen de ces différents cas permet de dégager des tendances générales que l'on peut exprimer comme suit :

*Il semble bien que l'accroissement de la vigueur est accompagné par un accroissement de la floribondité du bois de 1 an, celle-ci variant entre la vigueur 1 et la vigueur 5 le plus souvent du simple au double, et dans 1 cas du simple au triple. Par contre, le bois de 2 ans accuse une certaine stabilité dans la floraison. On observe même parfois un certain fléchissement du nombre moyen de bouquets avec les très fortes vigueurs. Cette dernière observation demandera cependant une étude ultérieure.*

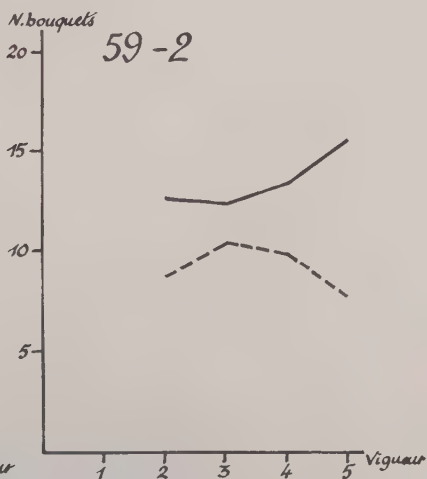
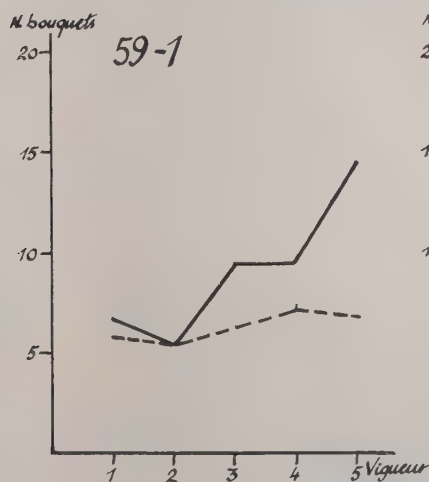
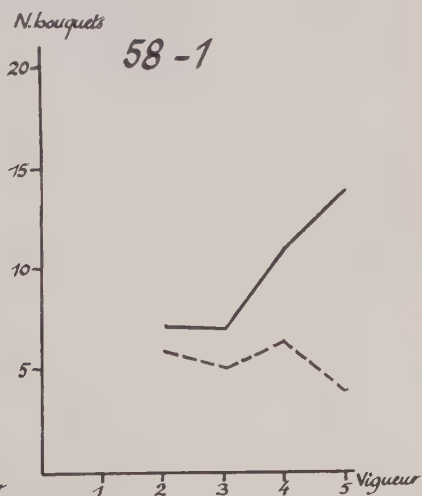
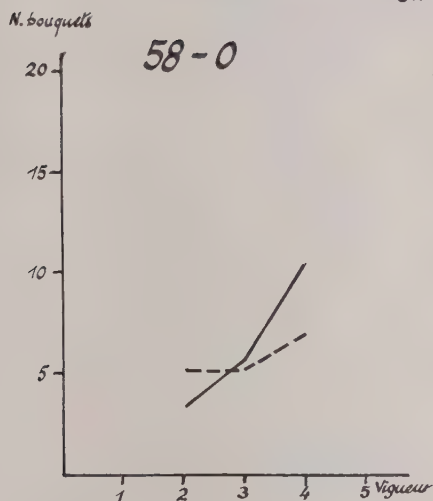
Il est donc certain que la Cox's est une variété produisant facilement et abondamment des fleurs sur les deux bois étudiés, les rameaux plus âgés se comportant d'ailleurs d'une façon analogue.

*Dans quelle mesure la taille du bois de 1 an modifie-t-elle l'intensité de floraison ?*

Sous peine de restreindre dangereusement le nombre de répétitions dans chacune de nos séries expérimentales, nous avons limité au maximum le nombre de tailles du bois de 1 an. Celui-ci fut soit laissé intact, soit entièrement supprimé, soit encore taillé de manière à enlever 50 % de sa longueur.

*Ces différents traitements modifient évidemment le nombre de fleurs disponibles pour la formation des fruits. Il ne nous est pas possible de connaître avec précision la proportion de fleurs ainsi enlevées par rapport à l'arbre entier, car celui-ci ne possède pas que du bois de 1 ou 2 ans :*

Graphique I  
Évolution de la floraison suivant la vigueur  
Légende     $\text{---} \text{ } B_1$      $\text{---} \text{ } B_2$



il s'y ajoute toutes les fleurs situées sur du bois plus âgé, et cette proportion varie suivant l'âge des arbres.

Néanmoins, si l'on ne prend en considération que le bois de 1 et 2 ans, retenu pour les besoins de l'essai, il est intéressant de noter les

TABLEAU I  
Evolution de la floraison suivant la vigueur

| Vigueur    | B1                               | B2   | B1 + B2 |
|------------|----------------------------------|------|---------|
| ESSAI 59-1 | Nombre moyen de bouquets floraux |      |         |
| 1          | 6,7                              | 6    | 12,7    |
| 2          | 5,5                              | 5,5  | 11      |
| 3          | 9,3                              | 6,2  | 15,5    |
| 4          | 9,4                              | 7    | 16,4    |
| 5          | 14,1                             | 6,8  | 21      |
| ESSAI 59-2 |                                  |      |         |
| 1          | —                                | —    | —       |
| 2          | 12,5                             | 8,7  | 21,2    |
| 3          | 12,4                             | 10,4 | 22,8    |
| 4          | 13,2                             | 8,9  | 22,1    |
| 5          | 15,2                             | 7,7  | 23      |
| ESSAI 58-0 |                                  |      |         |
| 1          | —                                | —    | —       |
| 2          | 3,4                              | 5,2  | 8,6     |
| 3          | 5,7                              | 5,3  | 11      |
| 4          | 10,4                             | 6,9  | 17,3    |
| 5          | —                                | —    | —       |
| ESSAI 58-1 |                                  |      |         |
| 1          | —                                | —    | —       |
| 2          | 7,3                              | 6    | 13,3    |
| 3          | 7,1                              | 5,3  | 12,4    |
| 4          | 11                               | 6,5  | 17,5    |
| 5          | 14                               | 4    | 18      |

Légende : B1 : nombre moyen de bouquets sur bois de 1 an.  
 B2 : nombre moyen de bouquets sur bois de 2 ans.  
 B1 + B2 : nombre moyen de bouquets sur bois de 1 an + 2 ans.

pourcentages de bouquets enlevés, à la fois par rapport au bois de 1 an seul, et d'autre part par rapport aux bois de 1 an et de 2 ans réunis.

En enlevant 50 % du bois de 1 an, on ne supprime pas 50 % des

boutons que comportait ce bois. Cette suppression est le plus souvent de l'ordre de 30 à 35 %, dépassant rarement 50 %. Voir tableau 2.

Par rapport à la somme des boutons dénombrés sur les bois de 1 an et de 2 ans réunis, la proportion de boutons enlevés par cette taille est évidemment moindre ; elle est de l'ordre cette fois de 20 %, avec un maximum de 37 %.

Le comportement des arbres greffés sur S.P.G. plus vigoureux n'est pas spécialement différent de celui des arbres greffés sur type IX.

TABLEAU 2  
Proportion de boutons enlevés par la taille

| Vigueur    | Nombre moyen<br>de bouq.rameau<br>de 1 an |            | % de bouq. enlevés<br>par rapport au bois<br>de 1 an seul | % de bouq. enlevés <sup>†</sup><br>par rapport aux bois<br>de 1 an + 2 ans |
|------------|-------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|            | non taille                                | taille 1/2 |                                                           |                                                                            |
|            |                                           |            |                                                           |                                                                            |
| Essai 59-1 |                                           |            |                                                           |                                                                            |
| 1          | 6,7                                       | 4,3        | 25,9                                                      | 18,2                                                                       |
| 2          | 5,5                                       | 4,5        | 18,2                                                      | 18,2                                                                       |
| 3          | 9,3                                       | 6,2        | 33,4                                                      | 20,0                                                                       |
| 4          | 9,4                                       | 6,4        | 32,0                                                      | 18,3                                                                       |
| 5          | 14,1                                      | 7,8        | 44,7                                                      | 30,5                                                                       |
| Essai 59-2 |                                           |            |                                                           |                                                                            |
| 1          | —                                         | —          | —                                                         | —                                                                          |
| 2          | 12,5                                      | 5,6        | 55,2                                                      | 37,3                                                                       |
| 3          | 12,4                                      | 6,6        | 46,8                                                      | 25,5                                                                       |
| 4          | 13,2                                      | 7,5        | 43,2                                                      | 25,8                                                                       |
| 5          | 15,2                                      | 6,9        | 54,7                                                      | 35,7                                                                       |
| Essai 58-1 |                                           |            |                                                           |                                                                            |
| 1          | —                                         | —          | —                                                         | —                                                                          |
| 2          | 7,3                                       | 5,4        | 26,1                                                      | 14,3                                                                       |
| 3          | 7,1                                       | 7,2        | —                                                         | —                                                                          |
| 4          | 11,0                                      | 7,4        | 32,7                                                      | 20,6                                                                       |
| 5          | 14,0                                      | 13,3       | —                                                         | 5,9                                                                        |
| Essai 58-0 |                                           |            |                                                           |                                                                            |
| 1          | —                                         | —          | —                                                         | —                                                                          |
| 2          | 3,4                                       | 3,2        | 6,0                                                       | 7,0                                                                        |
| 3          | 5,7                                       | 3,7        | 35,1                                                      | 18,2                                                                       |
| 4          | 10,4                                      | 6,2        | 40,4                                                      | 24,3                                                                       |
| 5          | —                                         | —          | —                                                         | —                                                                          |

## CONCLUSIONS ET DISCUSSION

La Cox's est une variété très florifère en ce qui concerne les rameaux des deux âges que nous avons examinés.

La floribondité du bois de 1 an augmente très sensiblement avec l'accroissement de la vigueur des arbres, tandis que le bois de 2 ans accuse une indépendance beaucoup plus grande vis-à-vis de la vigueur, la tendance étant même à une certaine dépression du nombre moyen de fleurs par rameau avec les vigueurs les plus fortes.

Le raccourcissement du bois d'un an à la moitié de sa longueur provoque une perte de fleurs de l'ordre de 30 à 35 %, perte qui, pour l'ensemble des bois de 1 an + 2 ans, se chiffre à  $\pm 20$  % de la richesse initiale en fleurs.

Ce n'est donc pas dans une carence quelconque des possibilités de floraison qu'il faut rechercher les causes de la fructification insuffisante de la Cox's. C'est bien dans une défectuosité des phénomènes ultérieurs à la floraison que le mal réside.

## Chapitre III. — La fructification proprement dite

L'abondance de la floraison semble être un but en soi. On imagine difficilement un arbre avec un nombre très limité de fleurs produisant malgré tout une récolte supérieure à la normale.

Le tableau 3 ci-contre, illustre cette remarque presque évidente.

En effet, si l'on compare les rendements en nombre de fruits obtenus par rameau à partir de floraisons très différentes, aussi bien dans le cas de taille nulle que dans le cas de taille 1/2, nous constatons un avantage très net des très fortes floraisons. Par exemple, dans le cas de vigueur 1, un rameau non taillé possédant 6,7 bouquets a procuré 2,61 fruits, tandis que pour la vigueur 5, on a obtenu 6,92 fruits à partir de 14,1 bouquets.

TABLEAU 3

Rendement absolu du bois de 1 an suivant les tailles (essai 1959-1)

| Vigueur | Taille nulle |           | Taille 1/2 |           |
|---------|--------------|-----------|------------|-----------|
|         | B1 moyen     | R. absolu | B1 moyen   | R. absolu |
| 1       | 6,7          | 2,61      | 4,3        | 2,16      |
| 2       | 5,5          | 2,25      | 4,5        | 3,11      |
| 3       | 9,3          | 4,21      | 6,2        | 3,57      |
| 4       | 9,4          | 3,78      | 6,4        | 4,03      |
| 5       | 14,1         | 6,92      | 7,8        | 3,57      |

B1 moyen = nombre moyen de bouquets sur bois d' 1 an.

R. absolu = rendement moyen du bois d' 1 an, exprimé en nombre de fruits.

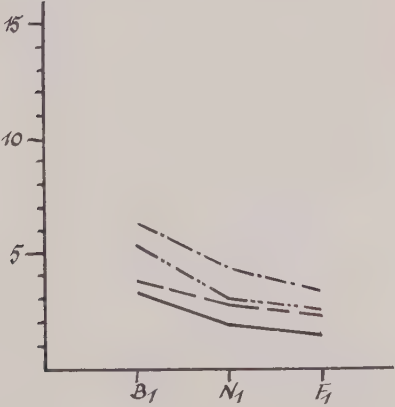
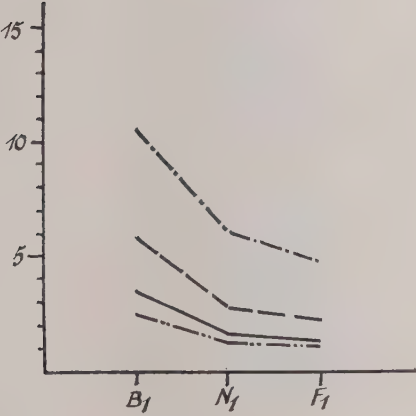


Graphique II  
Évolution  $B_1, N_1, F_1$ .

Légende  
— Vigueur 1  
— Vigueur 2  
— Vigueur 3  
— Vigueur 4  
— Vigueur 5

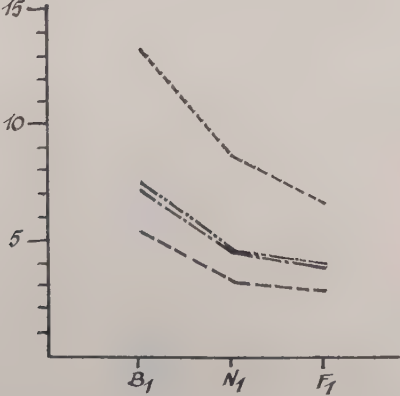
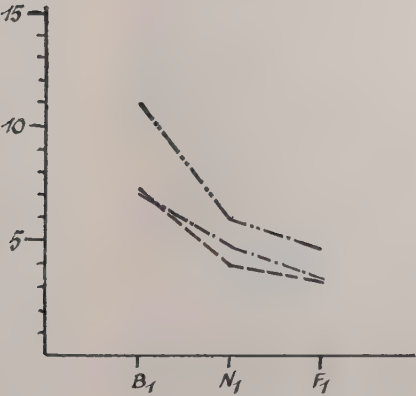
58-0 Taille nulle

58-0 Taille  $\frac{1}{2}$



58-1 Taille nulle

58-1 Taille  $\frac{1}{2}$



De même, dans le cas de taille 1/2, à une moyenne de 4,3 bouquets par rameau correspond un rendement de 2,61 fruits, tandis que la moyenne de 7,8 bouquets se solde par une production moyenne de 3,57 fruits.

## I. ÉTUDE DU BOIS DE 1 AN

### a) *Évolution des bouquets floraux en fruits* ( $B_1$ , $N_1$ , $F_1$ )

Les graphiques II et III montrent l'évolution réelle des bouquets floraux en fruits. Les fruits sont dénombrés une première fois après nouaison, et une deuxième fois après chute de juin. Ce sont ces derniers fruits qui constitueront pratiquement la récolte définitive.

L'interprétation de ces divers graphiques est intéressante. Nous leur trouvons un intérêt très réel en ce sens qu'ils constituent une image concrète de ce que l'on peut attendre dans les grandes lignes de la floraison.

Il est intéressant de noter que certaines évolutions « bouquets, fruits noués, fruits définitifs » se font en V et d'autres en accent circonflexe. Une évolution typique est celle de 59—1. Une telle allure en accent circonflexe semble plutôt exceptionnelle, puisqu'elle est seule de son genre dans 4 essais répartis sur deux ans. Elle indique une fécondation particulièrement favorable, avec dans certains cas un rendement moyen de plus de 1 fruit noué par bouquet.

Une constatation importante est mise en valeur par la comparaison entre rameaux non taillés et rameaux taillés 1/2. Les points de départ (nombre moyen de bouquets floraux) des rameaux non taillés sont supérieurs à ceux des rameaux taillés 1/2. Cependant, les points d'arrivée (nombre de fruits après chute de juin) sont à peu près identiques.

TABLEAU 4

**Production moyenne par rameau du bois de 1 an suivant les tailles, sans tenir compte de la vigueur**

| ESSAI | Non taille | Taille 1/2 |
|-------|------------|------------|
| 59—1  | 3,72       | 3,49       |
| 59—2  | 2,32       | 2,58       |
| 58—0  | 2,36       | 2,24       |
| 58—1  | 3,70       | 3,93       |



DANS DEUX CAS SUR QUATRE, LA TAILLE A MÊME AMÉLIORÉ LA FERTILITÉ DES RAMEAUX DE 1 AN MALGRÉ LA SUPPRESSION DE 30 A 35 % DES BOUQUETS FLORAUX, COMME EXPLICITÉ DANS LE TABLEAU 4 CI-DESSUS.

Cette conclusion est à notre avis fort importante. En effet, s'il s'affirmait que des rameaux dont on supprime 50 % du bois produisent pratiquement la même chose que des rameaux non taillés, possédant au départ 30 à 35 % de fleurs en plus, il n'y aurait vraiment plus aucune raison de ne pas tailler.

Peut-être certaines catégories de rameaux ne réagissent-elles pas aussi favorablement que d'autres, d'où l'intérêt éventuel d'une taille différenciée suivant les types de rameaux. Une chose importante reste vraie : en taillant tous les rameaux à 50 % sans aucune distinction, on ne nuit pas pratiquement à la fertilité du bois de 1 an garnissant le bois de 2 ans.

Par contre, à côté de la fertilité exprimée en nombre de fruits, il y a encore de nombreux arguments en faveur d'une taille du bois de 1 an :

- plus grande rigidité des rameaux fruitiers nécessitant moins de supports ;
- fruits moins exposés aux dégâts du vent ;
- meilleurs reperçements en bois de l'année d'où meilleure préparation de la récolte des années suivantes ;
- meilleur développement des bourgeons sur le bois conservé ;
- élimination des pousses oïdiées.

b) *Calcul des indices de nouaison, de chute de juin et de fertilité pour le bois de 1 an*

Rappelons que les indices dont question ci-après constituent les moyennes des indices de chaque rameau. Ces indices moyens dont il sera fait état ne sont donc pas pondérés.

Nous étudierons l'influence, sur chacun de ces indices, de la taille et de la vigueur, et ce pour les différentes parcelles expérimentales retenues.

1. L'indice de fertilité :  $100 \frac{F1}{B1}$  (tableau 5)

Pour illustrer cette notion d'indice, recherchons par exemple l'indice moyen pour les 3 rameaux ci-après :

$$R1 : 10 \text{ bouquets produisant 4 fruits ; } 100 \frac{F1}{B1} = 100 \times \frac{4}{10} = 40$$

$$R2 : 1 \text{ bouquet produisant 1 fruit ; } 100 \frac{F1}{B1} = 100 \times \frac{1}{1} = 100$$

R3 : 5 bouquets produisant 2 fruits ;  $100 \frac{F1}{B1} = 100 \times \frac{2}{5} = 40$

Indice de fertilité moyen :  $\frac{40 + 100 + 40}{3} = 60$ .

Ce chiffre de 60 représente donc la moyenne des indices particuliers de chaque rameau.

TABLEAU 5  
Les indices de fertilité du bois de 1 an

| Vigueur      | Taille nulle | Taille 1/2 |
|--------------|--------------|------------|
| ESSAI 1959-1 |              |            |
| 1            | 40           | 48         |
| 2            | 44           | 71         |
| 3            | 49           | 60         |
| 4            | 44           | 67         |
| 5            | 52           | 55         |
| ESSAI 1959-2 |              |            |
| 1            | —            | 76         |
| 2            | 13           | 37         |
| 3            | 16           | 37         |
| 4            | 21           | 34         |
| 5            | 12           | 43         |
| ESSAI 1958-0 |              |            |
| 1            | —            | —          |
| 2            | 36           | 47         |
| 3            | 47           | 61         |
| 4            | 54           | 57         |
| 5            | —            | 56         |
| ESSAI 1958-1 |              |            |
| 1            | —            | —          |
| 2            | 57           | 54         |
| 3            | 47           | 53         |
| 4            | 45           | 56         |
| 5            | —            | 49         |

La caractéristique la plus marquante résultant de l'examen du tableau 5 est l'augmentation considérable des indices par la suppression de 50 % du bois, comparativement à ce que donne la taille nulle.



Il est plus malaisé de discerner une tendance quant à l'influence de la vigueur. Seule une interprétation mathématique pourra nous donner une certaine orientation.

*Les autres indices* : l'indice de fertilité est en quelque sorte l'aboutissement d'une politique de production. Il analyse l'effet global d'un traitement ou d'un état. Pour décomposer cet ensemble, nous avons établi les indices de nouaison et de résistance à la chute de juin. Ces derniers ont par ailleurs été définis dans notre introduction.

## 2. L'indice de nouaison (Tableau 6)

Tout comme l'indice de fertilité, l'indice de nouaison est très nettement amélioré par la taille. Cette amélioration est surtout manifeste

TABLEAU 6

### Les indices de nouaison pour les trois tailles étudiées

|            | Vigueur | Taille nulle | Taille 1/2 |
|------------|---------|--------------|------------|
| ESSAI 59-1 |         |              |            |
| 1          | 76      | 91           |            |
| 2          | 77      | 130          |            |
| 3          | 109     | 129          |            |
| 4          | 99      | 143          |            |
| 5          | 113     | 114          |            |
| ESSAI 59-2 |         |              |            |
| 1          | —       | —            |            |
| 2          | 22      | 71           |            |
| 3          | 33      | 73           |            |
| 4          | 34      | 65           |            |
| 5          | 22      | 61           |            |
| ESSAI 58-0 |         |              |            |
| 1          | —       | —            |            |
| 2          | 46      | 61           |            |
| 3          | 55      | 71           |            |
| 4          | 73      | 74           |            |
| 5          | —       | —            |            |
| ESSAI 58-1 |         |              |            |
| 1          | —       | —            |            |
| 2          | 70      | 63           |            |
| 3          | 61      | 63           |            |
| 4          | 56      | 65           |            |
| 5          | —       | —            |            |

pour l'année 1959. Cependant, pour 1958, elle devra faire l'objet d'une étude mathématique.

Le rôle de la vigueur doit être précisé, car on relève des tendances en sens divers.

### 3. L'indice de juin: (Tableau 7)

En établissant le rapport du nombre de fruits définitifs au nombre de fruits noués, et en rapportant cette quantité à 100, nous créons un nouvel indice: L'INDICE DE RÉSISTANCE A LA CHUTE DE JUIN, exprimé

par  $100 \frac{F1}{N1}$ .

TABLEAU 7

#### Les indices de résistance à la chute de juin

| Vigueur /    | Taille nulle | Taille 1/2 |
|--------------|--------------|------------|
| ESSAI 1959-1 |              |            |
| 1            | 62           | 61         |
| 2            | 62           | 60         |
| 3            | 51           | 53         |
| 4            | 49           | 52         |
| 5            | 49           | 53         |
| ESSAI 1959-2 |              |            |
| 1            | —            | 27         |
| 2            | 68           | 58         |
| 3            | 49           | 61         |
| 4            | 68           | 57         |
| 5            | 63           | 76         |
| ESSAI 1958-0 |              |            |
| 1            | —            | —          |
| 2            | 82           | 80         |
| 3            | 90           | 84         |
| 4            | 81           | 82         |
| 5            | —            | 88         |
| ESSAI 1958-1 |              |            |
| 1            | —            | —          |
| 2            | 46           | 61         |
| 3            | 55           | 71         |
| 4            | 73           | 74         |
| 5            | —            | 62         |

Une constatation importante s'impose : LA TAILLE N'A PAS ENTRAÎNÉ UNE CHUTE SYSTÉMATIQUE DE L'INDICE. Au contraire, il ne semble pas qu'un premier examen des résultats révèle une tendance quelconque. Les indices sont parfois meilleurs et parfois moins bons, sans processus systématique.

La vigueur, guère plus que la taille, n'entraîne une évolution systématique des indices.

## II. ÉTUDE DU BOIS DE 2 ANS

### a) *Évolution des bouquets en fruits* ( $B_2$ , $N_2$ , $F_2$ )

Les graphiques IV, V, VI et VII expriment l'évolution des bouquets en fruits noués et en fruits définitifs, en moyenne par rameau pour les différents essais. Leur examen permet de conclure :

— Quels que soient le nombre de bouquets au départ et l'allure de la nouaison, on constate qu'il y a une tendance très nette au regroupement à la phase finale.

— On constate une certaine compensation entre les phénomènes de nouaison et de chute de juin : quand, pour une raison quelconque, la nouaison a été particulièrement favorable, il est fréquent que la chute de juin soit forte. Inversement une faible nouaison semble corrigée par une meilleure tenue des fruits en juin.

Cette observation permet d'infirmer l'opinion courante selon laquelle certains traitements (l'enlèvement du bois d'1 an) ou certains états végétatifs (forte vigueur) provoqueraient une chute généralisée du fruit. En réalité, ces traitements peuvent très bien provoquer une forte augmentation de la nouaison avec une compensation par une chute de juin proportionnelle, le résultat final étant très comparable à ce qui se serait produit dans les cas inverses.

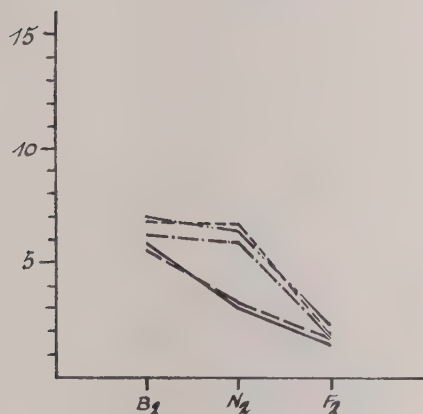
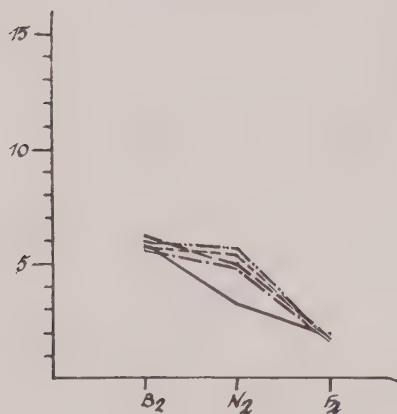
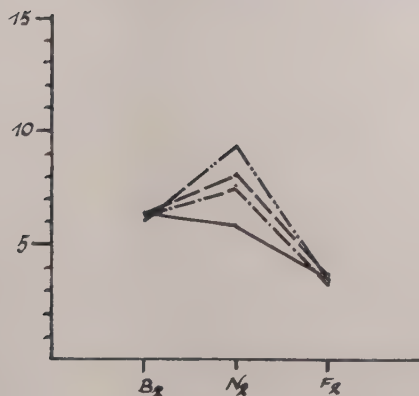
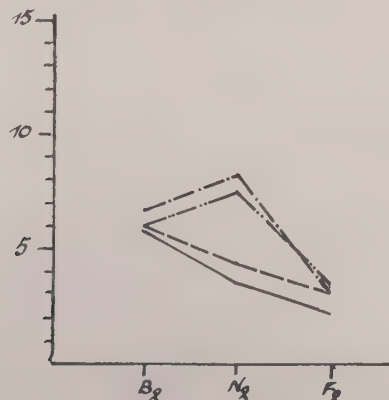
— La constatation la plus importante est certainement le fait que LA SUPPRESSION ENTIÈRE DU BOIS DE 1 AN ENTRAÎNE UNE AUGMENTATION CONSIDÉRABLE DU NOMBRE DE FRUITS PAR RAMEAU. A remarquer également que la taille au niveau du premier bouton du bois de 2 ans semble nettement moins favorable que la taille du bois de 1 an dans les rides de la base. Cette conclusion est concrétisée dans le tableau 8 ci-après.

— L'enlèvement de 50 % du bois de 1 an ne modifie pas de façon systématique le comportement du bois de 2 ans comme le fait l'enlèvement de la totalité de ce bois. On a l'impression que l'influence de cette taille, qui s'est marquée très sensiblement sur le bois de 1 an, n'atteint pas le bois de 2 ans.

Graphique IVEvolution  $B_2, N_2, F_2$ .Essai 59/1légende

- Vigueur 1  
 ———— Vigueur 2  
 - - - - - Vigueur 3  
 - - - - - Vigueur 4  
 - - - - - Vigueur 5

Taille nulle

Taille  $\frac{1}{2}$ Enlèvement du bois de tan dans les  
rides de la base.Taille au niveau du premier  
boulon du bois de tan.

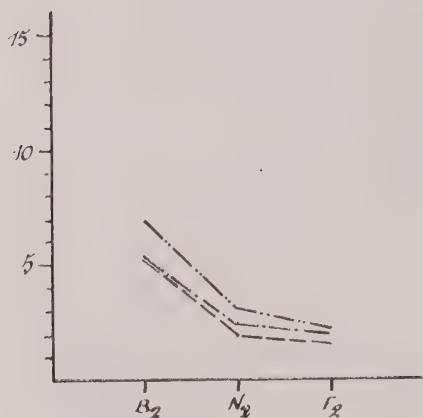
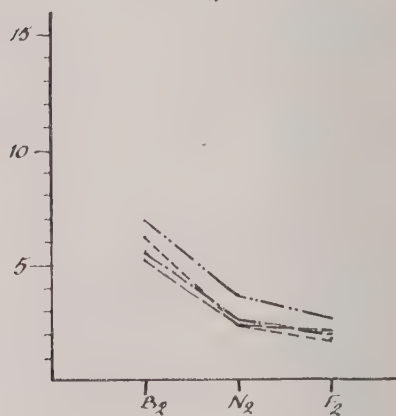
Graphique  $\bar{r}$ Evolution  $B_2, N_2, F_2$ 

Essai 58-0

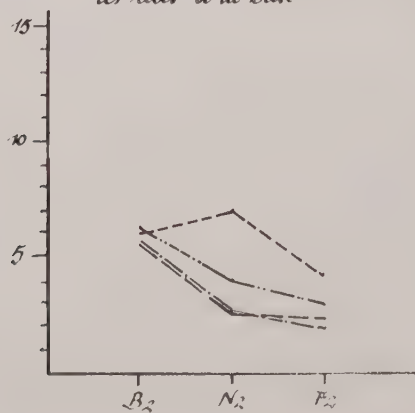
## Légende

- vigueur 1  
 - - - - - vigueur 2  
 - - - - - vigueur 3  
 - - - - - vigueur 4  
 - - - - - vigueur 5

Taille nulle

Taille  $\frac{1}{2}$ 

Taille : entèvement du bois de l'an dans les tiers de la base

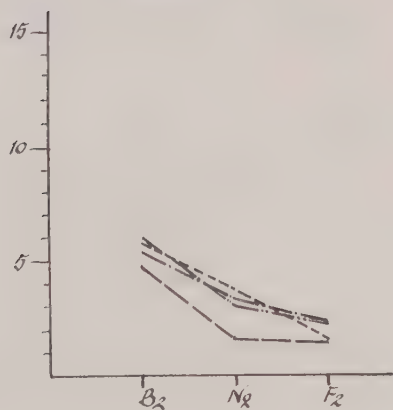
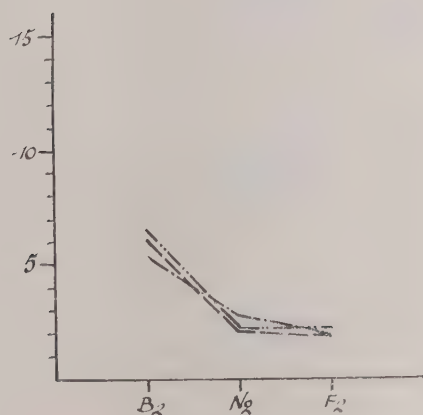




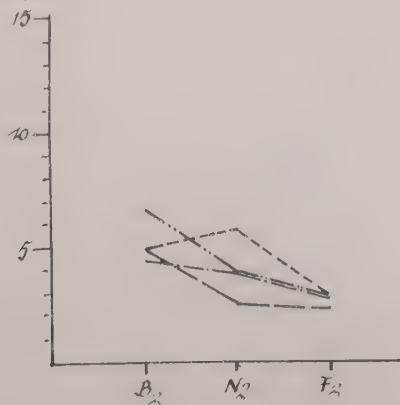
Graphique VIÉvolution  $B_2, N_2, F_2$ .Essai 58-1Légende

- vigueur 1  
 - - - - - vigueur 2  
 - - - - - vigueur 3  
 - - - - - vigueur 4  
 - - - - - vigueur 5

Non taillé

Taillé  $\frac{1}{2}$ 

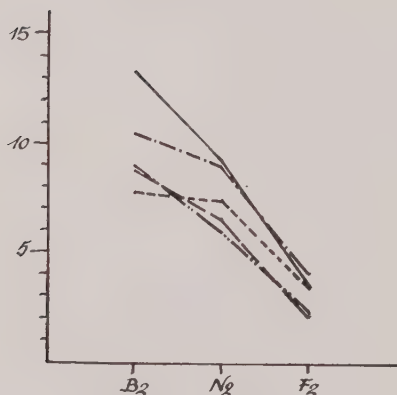
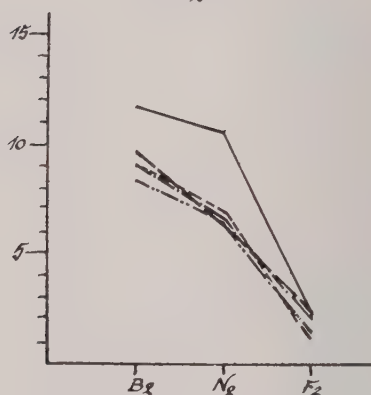
Enlèvement du bois de rac dans les nœuds de la base



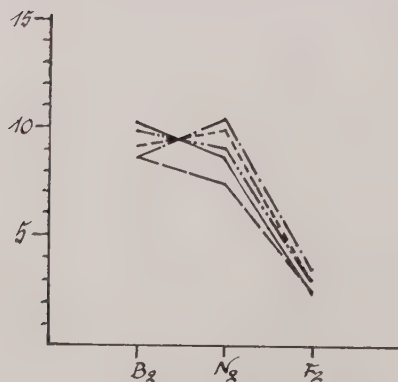
Graphique VIIÉvolution  $B_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$   
Essai 59-2Légende

- Vigueur 1  
 - - - - - Vigueur 2  
 - - - - - Vigueur 3  
 - - - - - Vigueur 4  
 - - - - - Vigueur 5

Taille nulle

Taille  $\frac{1}{2}$ 

Enlèvement du bois de 1 cm dans les nœuds de la base.



Taille dans le bois de 2 cm de façon à ne conserver que 50% de ses boulons.

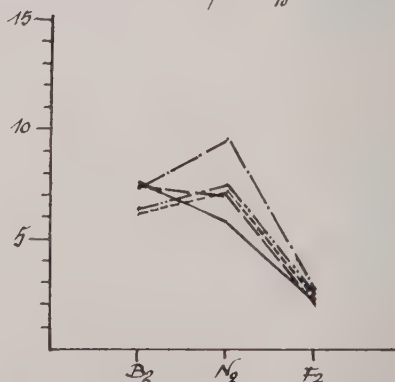


TABLEAU 8

**Production moyenne du bois de 2 ans suivant les tailles**  
(sans tenir compte de la vigueur)

| ESSAIS | Non Taille | Taille 1/2 | Taille (6) | Taille (7) | Taille (8) |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 59-1   | 1,96       | 1,76       | 3,51       | 2,95       | —          |
| 59-2   | 2,79       | 1,86       | 3,07       | —          | 2,46       |
| 58-0   | 1,94       | 2,10       | 2,63       | —          | —          |
| 58-1   | 1,92       | 2,03       | 2,62       | —          | —          |

*Légende :* Taille (6) : enlèvement du bois de 1 an dans les rides de la base  
 Taille (7) : taille au niveau du premier bouton du bois de 2 ans  
 Taille (8) : taille dans le bois de 2 ans de façon à ne conserver que 50 %  
 de ses boutons

b) *Calcul des indices*

TABLEAU 9

**Les indice de fertilité du bois de 2 ans** (cf. légende tableau 8)

| Vigueur      | Taille nulle | Taille 1/2 | Taille (6) | Taille (7) | Taille (8) |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| ESSAI 1959-1 |              |            |            |            |            |
| 0            | 27           | 31         | 64         | 42         | —          |
| 2            | 30           | 31         | 68         | 55         | —          |
| 3            | 32           | 30         | 56         | 55         | —          |
| 4            | 37           | 28         | 65         | 64         | —          |
| 5            | 32           | 38         | 61         | 52         | —          |
| ESSAI 1959-2 |              |            |            |            |            |
| 1            | 24           | 36         | 23         | —          | 24         |
| 2            | 17           | 28         | 30         | —          | 27         |
| 3            | 28           | 30         | 43         | —          | 40         |
| 4            | 23           | 29         | 33         | —          | 42         |
| 5            | 32           | 27         | 40         | —          | 40         |
| ESSAI 1958-0 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | —          | —          | —          | —          |
| 2            | 35           | 41         | 50         | —          | 42         |
| 3            | 39           | 40         | 41         | —          | 40         |
| 4            | 35           | 39         | 46         | —          | 42         |
| 5            | —            | 37         | 48         | —          | 51         |
| ESSAI 1958-1 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | —          | —          | —          | —          |
| 2            | 31           | 32         | 59         | —          | 41         |
| 3            | 40           | 43         | 60         | —          | 44         |
| 4            | 39           | 38         | 39         | —          | 38         |
| 5            | —            | 36         | 56         | —          | 45         |

## QUELQUES TENDANCES DES INDICES DU BOIS DE 2 ANS

1) *L'indice de fertilité*

Le bois de 2 ans semble plus stable que le bois de 1 an. La non taille, de même que la taille partielle du bois de 1 an, ne l'influence guère, et il faut en arriver à l'enlèvement complet du bois de 1 an pour que l'indice du bois de 2 ans soit considérablement amélioré. Cette amélioration est le plus souvent de 25 à 35 % mais il est courant de trouver un indice de fertilité double de celui que l'on trouve lors de la taille nulle. Cela ne signifie nullement que nous ayons l'avantage à supprimer le bois de 1 an, car il est bien évident que le bois de 2 ans n'est pas capable de prendre à son actif la production réunie des 2 bois, comme nous le verrons ultérieurement.

TABLEAU 10

Les indices de nouaison (cf. légende tableau 8)

| Vigueur      | Taille nulle | Taille (4) | Taille (6) | Taille (7) | Taille (8) |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| ESSAI 1959-1 |              |            |            |            |            |
| 1            | 52           | 52         | 107        | 65         | —          |
| 2            | 59           | 84         | 137        | 128        | —          |
| 3            | 97           | 84         | 123        | 128        | —          |
| 4            | 91           | 107        | 162        | 122        | —          |
| 5            | 97           | 94         | 96         | —          | —          |
| ESSAI 1959-2 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | 73         | —          | —          | —          |
| 2            | 72           | 64         | 90         | —          | 112        |
| 3            | 80           | 70         | 131        | —          | 148        |
| 4            | 66           | 78         | 97         | —          | 130        |
| 5            | 103          | 83         | 120        | —          | 116        |
| ESSAI 1958-0 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | —          | —          | —          | —          |
| 2            | 38           | 47         | 54         | —          | —          |
| 3            | 44           | 51         | 53         | —          | —          |
| 4            | 46           | 55         | 62         | —          | —          |
| 5            | —            | 51         | 124        | —          | —          |
| ESSAI 1958-1 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | —          | —          | —          | —          |
| 2            | 35           | 38         | 64         | —          | —          |
| 3            | 51           | 60         | 82         | —          | —          |
| 4            | 44           | 53         | 57         | —          | —          |
| 5            | —            | 66         | 108        | —          | —          |

Par rapport à la vigueur, le bois de 2 ans accuse une bonne stabilité et il n'est dans aucun cas possible de dire a priori que la vigueur améliore ou diminue l'indice de fertilité.

## 2) *L'indice de nouaison*

Cet indice augmente très sensiblement avec la vigueur. La taille provoque également une nette amélioration de cet indice. Cette tendance existe tout au moins pour la taille totale du bois de 1 an comparée à la non taille. Il faut l'étudier mathématiquement pour la taille partielle du bois de 1 an.

TABLEAU 11

**Les indices de juin** (cf. légende tableau 8)

| Vigueur      | Taille nulle | Taille (4) | Taille (6) | Taille (7) | Taille (8) |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| ESSAI 1959-1 |              |            |            |            |            |
| 1            | 55           | 68         | 68         | 73         | —          |
| 2            | 59           | 48         | 56         | 77         | —          |
| 3            | 38           | 40         | 54         | 47         | —          |
| 4            | 46           | 30         | 44         | 53         | —          |
| 5            | 34           | 41         | 37         | —          | —          |
| ESSAI 1959-2 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | 24         | —          | —          | —          |
| 2            | 39           | 58         | 38         | —          | 30         |
| 3            | 45           | 37         | 38         | —          | 31         |
| 4            | 41           | 27         | 37         | —          | 36         |
| 5            | 43           | 23         | 37         | —          | 31         |
| ESSAI 1958-0 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | —          | —          | —          | —          |
| 2            | 90           | 88         | 92         | —          | —          |
| 3            | 89           | 78         | 82         | —          | —          |
| 4            | 83           | 82         | 79         | —          | —          |
| 5            | —            | 76         | 62         | —          | —          |
| ESSAI 1958-1 |              |            |            |            |            |
| 1            | —            | —          | —          | —          | —          |
| 2            | 88           | 96         | 94         | —          | —          |
| 3            | 78           | 76         | 80         | —          | —          |
| 4            | 93           | 75         | 78         | —          | —          |
| 5            | —            | 52         | 58         | —          | —          |



### 3) *L'indice de juin*

Manifestement, l'augmentation de la vigueur est défavorable à l'indice de juin, mais n'oublions pas que la nouaison avait été plus forte également si bien que le résultat final n'est pas affecté. Quant à la taille, elle ne joue plus son rôle de stimulant sur l'indice, mais agit une fois dans un sens, une fois dans l'autre.

La comparaison des indices de nouaison et de résistance à la chute de juin montre très nettement une tendance à la compensation entre ces deux influences. Le grand progrès en matière de production de la Cox's serait sans doute de pouvoir dissocier ces deux influences et d'arriver à les porter toutes les deux au maximum.

Peut-être l'étude détaillée de chaque caractéristique des rameaux, et la détermination du rôle de ces caractéristiques, pourra-t-elle nous donner des orientations intéressantes.

### Résumé et conclusions

Nous croyons pouvoir résumer comme suit les principales constatations qu'il nous a été donné de faire au cours de cette étude portant sur 4 essais répartis en 2 ans.

— L'étude des caractéristiques de floraison de la Cox's nous a montré que cette variété fleurissait souvent abondamment, au même titre que des variétés très fertiles telles que Jonathan et Golden Delicious. Les fleurs sont produites en bonne quantité sur le bois de 1 an comme sur le bois de 2 ans.

— La vigueur de l'arbre joue un rôle important dans la floraison du bois de 1 an. Dans les essais considérés, la floribondité du bois de 1 an augmente considérablement avec la vigueur, tandis que celle du bois de 2 ans est beaucoup plus stable et n'est pas systématiquement influencée par cette particularité.

— La taille supprime une portion plus ou moins importante de ces fleurs et une question essentielle est posée : doit-on chercher à conserver un maximum de fleurs en taillant le moins possible, ou peut-on au contraire améliorer la fertilité de certaines fleurs en éliminant une partie des bouquets floraux et du bois fruitier au point de rendre le résultat final plus intéressant que celui que l'on obtiendrait en ne taillant pas ?

Un seul type de suppression partielle du bois de 1 an a été examiné : élimination de 50 % de la longueur des rameaux. Par cette pratique on enlève 30 à 35 % des fleurs, rarement 50 %. Par rapport à la somme des bouquets sur bois de 1 et 2 ans, on élimine environ 20 % de ceux-ci, dans le cas des essais considérés.

## COMPORTEMENT DU BOIS DE 1 AN

- La fertilité des bouquets sur bois de 1 an est considérablement modifiée par la taille. La taille de 50 % de ce bois améliore cette fertilité au point que les rendements moyens du bois taillé et du bois non taillé sont pratiquement équivalents pour les 2 années d'expérimentation considérées. Même dans le cas d'équivalence, la taille reste avantageuse pour de multiples raisons.
- Le calcul des indices confirme ces constatations, en les précisant.
- La nouaison est améliorée par la vigueur de l'arbre et surtout par la taille.
- La taille expérimentée ne semble pas à première vue augmenter la chute de juin.
- La vigueur n'a pas une action systématique sur cet indice.

## COMPORTEMENT DU BOIS DE 2 ANS

- Sa fertilité n'est pas sensiblement augmentée ni modifiée par l'enlèvement de 50 % du bois de 1 an. On a l'impression que l'action de cette taille se limite au seul bois de 1 an.
- La fertilité du bois de 2 ans augmente considérablement lors de l'enlèvement complet du bois de 1 an. Mais elle reste cependant inférieure à la production des bois de 2 ans et 1 an réunis comme le montre le tableau 12. Si donc, pour des raisons d'éclaircissement, de place disponible, etc., on doit tailler très court un rameau, on peut le faire en enlevant tout le bois de 1 an mais sans entamer le bois de 2 ans sous peine de faire fléchir assez sensiblement les indices de fertilité.

TABLEAU 12

Rendement moyen par rameau de 1 an et 2 ans suivant les tailles

| ESSAIS | Non taille |       |       | Taille 1/2 |       |       | Taille 4<br>2 ans |
|--------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------------------|
|        | 1 an       | 2 ans | total | 1 an       | 2 ans | total |                   |
| 59-1   | 3,72       | 1,96  | 5,68  | 3,49       | 1,76  | 5,25  | 3,54              |
| 59-2   | 2,23       | 2,79  | 5,02  | 2,58       | 1,86  | 4,44  | 3,07              |
| 58-0   | 2,36       | 1,94  | 4,30  | 2,24       | 2,10  | 4,34  | 2,63              |
| 58-1   | 3,70       | 1,92  | 5,62  | 3,93       | 2,03  | 5,96  | 2,62              |

Légende : Taille 4 = bois d' 1 an enlevé dans les rides

- Le calcul des indices ajoute quelques informations supplémentaires à ces constatations : l'indice de nouaison augmente très sensiblement avec l'intensité de la taille (surtout dans le cas de taille totale du bois de 1 an).

- Manifestement, l'augmentation de la vigueur est défavorable à l'indice de juin : cela veut dire que la chute de juin est plus forte, mais n'oublions pas que la nouaison avait été plus forte également, si bien que le résultat final n'est guère affecté.
- Dans les conditions de nos essais, c'est donc la taille consistant à éliminer 50 % du bois d'1 an qui s'avère la plus intéressante, si pas toujours du seul point de vue de la productivité, tout au moins pour des raisons annexes et cependant fort importantes.

Si la non-taille, dans cette expérimentation, a donné des rendements assez peu différents de la taille 1/2, il faut la condamner puisqu'elle affaiblit les arbres à brève échéance et rend toute formation systématique précaire.

Disons enfin que notre programme de taille est fort incomplet et que nous ignorons si la taille la plus favorable se situe à 50 % de la longueur du bois d'1 an ou à un autre niveau quelconque de celui-ci.

#### RÉSUMÉ

La taille de fructification a fait l'objet d'une étude spéciale pour la variété « Cox's Orange Pippin » à laquelle on reproche, en Belgique, une productivité quelque peu insuffisante.

La relation entre la floraison et la fructification a été étudiée en fonction de diverses caractéristiques de l'arbre et du rameau. Dans cet ordre d'idées la notion d'« indice de nouaison, de résistance à la chute de juin et de fertilité » du bouquet fruitier a été créée.

#### Some considerations on pruning of in « Cox's Orange Pippin » apple-tree

##### SUMMARY

Pruning for fruit bud formation was the object of a special study on the variety « Cox's Orange Pippin » the yields of which are regarded as unsatisfactory in Belgium.

The relation between blossoming and fructification has been studied in terms of certain characteristics of the tree and the twig. In this connection, the concept of « fertility index » is put forward.

#### Fruchtanlagestudium der Apfelsorte « Cox's Orange Pippin »

##### ZUSAMMENFASSUNG

Dem Fruchtschnitt der Sorte « Cox's Orange Pippin » wurde ein besonderes Studium gewidmet, da man dieser Sorte in Belgien einen etwas ungenügenden Ertrag vorwirft.

Die Beziehung zwischen der Blüte und der Fruchtbildung ist in Folge von verschiedenen Eigenschaften des Baumes und des Zweiges studiert worden. In dieser Hinsicht ist der Begriff des Fruchtbarkeitsanzeichens der Fruchtknospe gegründet worden.

## Facteurs déterminants dans le choix des variétés de poirier

par Prof. N. BREVIGLIERI

*Directeur Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Firenze (Italie)*

Il existe de nombreux facteurs déterminants dans le choix des variétés de poirier.

Durant ces 25 dernières années nous avons eu l'occasion d'observer la culture du poirier dans différentes régions d'Italie et d'effectuer des recherches particulières et des confrontations parmi les variétés. Nous avons en outre accompli plusieurs visites dans les plus importantes zones de production en France, Belgique, Allemagne, Angleterre, Hollande et États Unis ; nous nous sommes également tenu au courant d'une partie des travaux expérimentaux publiés dans différents bulletins et revues.

Dans les traités de pomologie et de botanique appliquée, ont été décrites de 25 à 30 espèces de poirier, parmi lesquelles certaines ont été parfois rapportées par les auteurs à des sous-espèces et même à de simples variétés, vu qu'il peut exister dans une même espèce des diversités de caractères plus accentuées que celles qu'on trouve entre deux espèces ayant une certaine affinité. Mais la plus grande partie de ces espèces ont été décrites depuis longtemps, tant dans leurs caractères morpho-biologiques que pour leur zone d'origine.

L'habitat des espèces est extrêmement étendu et a des caractéristiques de climat très différentes entre elles. Ainsi, depuis les régions de l'Ouest européen, de l'Europe centrale et du Sud de l'Europe, on passe aux latitudes extrêmes de la Russie, aux régions orientales de la Chine, du Japon et de la Corée, et à celles de l'Asie Mineure, de l'Afrique du Nord, etc.

Cet habitat s'étend parfois jusqu'à des altitudes considérables, comme c'est le cas pour le Punjab et le Kashmir aux Indes (1100-2200 m).

Dans leur zone de diffusion très étendue, les variétés de poirier sont rentables au Nord dans des limites un peu plus restreintes que celles du pommier. Les bourgeons de la plupart des variétés sont endommagés ou tués à  $-20^{\circ}$  ou  $-25^{\circ}\text{C}$ .

En Europe centrale, la limite se trouve entre le  $54^{\circ}$  et le  $55^{\circ}$  parallèle, où la moyenne des températures hivernales dans les deux ou trois mois les plus froids est en général inférieure à  $-6^{\circ}$  ou  $-7^{\circ}\text{C}$ .

Les températures estivales très élevées limitent la culture au Sud, soit à cause de la durée insuffisante du froid en hiver, soit à cause des chaleurs de l'été qui endommagent les fruits et les feuilles.

Les exigences du « *Pyrus communis* » (avec ses variétés « *Pyraister* » et « *Achras* ») sont très bien connues. Les variétés dérivées du *Pyrus communis* sont universellement appréciées pour leurs bons caractères organoleptiques, tandis que nous trouvons que ces mêmes caractères sont moins bons dans les espèces orientales.



FIG 1. — La nouvelle « palmette irrégulière » de « Passe Crassane » sur cognassier

Étant donné la brièveté de ce rapport, nous évitons de rapporter ici les nombreuses indications que nous avons pu recueillir en consultant les abondantes publications des stations expérimentales de tous les pays, même celles de latitudes lointaines.

En Californie nous pûmes constater les conséquences défavorables de certaines espèces orientales employées comme porte-greffe et en particulier du « *Pyrus pyrifolia* » (= *Pyrus serotina*) qui, ayant été adopté sur une vaste échelle dans les dernières années, en tant que résistant au « pear-blight », a causé de fortes dépréciations aux fruits affectés par



le « black-end ». Toutefois, signalons que ce phénomène se manifeste avec moins d'intensité dans d'autres milieux climatiques ou pour d'autres variétés. Il faut relever qu'il existe aussi des genres de porte-greffe qui diffèrent pour la pollinisation croisée.

L'Italie, plus que tous les autres pays d'Europe, présente une grande variété de conditions climatiques et de terrain. Depuis les climats froids, à pluviosité d'été assez forte des Alpes, aux climats continentaux de la Vallée du Pô, dont les hivers sont froids et les été chauds, avec peu de pluie mais avec une humidité relative en général assez élevée, jusqu'aux climats chauds et secs des côtes des régions méridionales et des îles.

### **Prodigieux développement de la culture fruitière en Italie**

En Italie la culture du poirier, ainsi que celle du pommier et celle du pêcher, ont présenté un développement considérable au cours des 20 dernières années et particulièrement dans les 5 dernières. Les données suivantes en sont la preuve :

| Année   | Production totale en tonnes |
|---------|-----------------------------|
| 1936-38 | 185.000 T                   |
| 1948-53 | 320.000 T                   |
| 1954    | 346.000 T                   |
| 1955    | 340.000 T                   |
| 1957    | 360.000 T                   |
| 1958    | 520.000 T                   |
| 1959    | 580.000 T                   |

Pour l'année 1959 la production totale de 580.000 tonnes provient de 25.318 ha en culture spécialisée et 914.284 ha en cultures associées. La culture augmente toujours grâce aux rapides augmentations de cultures spécialisées intensives. Nous avons déjà prévu une production de 1.000.000 de tonnes de poires pour 1963, mais ce but sera atteint plus tôt, grâce aux immenses plantations de ces dernières années, effectuées surtout sur cognassier.

Pour le poirier, l'expansion sus-mentionnée nous conduira à dépasser de beaucoup l'objectif du million de tonnes, tandis que les plantations de pommier dépasseront les deux millions de tonnes de production.

### **Le milieu ambiant**

Nous avons étudié séparément les facteurs du climat et ceux du terrain ; nous en donnons ici un bref résumé.



## 1) LE CLIMAT

Plusieurs variétés de poires d'été atteignent la perfection de leurs caractères de *qualité* de la chair dans un milieu à températures printanière et estivale relativement élevées.

Dans les milieux très chauds et secs des côtes et des îles, où les pommes précoces d'été ne sont souvent que de seconde qualité à cause de leur maturation rapide (ce qui détermine une chair à consistance farineuse, noircissant rapidement), plusieurs variétés de poires d'été ou précoces atteignent cependant un aspect et des qualités de parfum et de saveur tout à fait satisfaisants.

Nous nous référons surtout aux variétés « Gentile », « Coscia », « Bon Chrétien William », qui sont celles que nous avons le plus étudiées, tout en considérant aussi de nombreuses autres variétés, telles que « Claude Blanchet », « Précoce d'Altedo », « Beurré Giffard », « Wilder », « Colorée de Juillet », « Beurré Précoce Morettini », « Dr. Jules Guyot », « Clapp's Favourite », « Santa Maria », etc., comparées avec les « Beurré Bosc » (Kaiser Alexandre), « Abbé Fétel », « Beurré Hardy », « Doyenné du Comice », « Passe Crassane ».

Quand les exigences en froid hivernal de ces variétés sont satisfaites, au moins en grande partie, il est constaté qu'une moyenne thermique plutôt élevée est favorable à plusieurs variétés précoces de poires, tandis qu'elle est nuisible aux variétés de pommes précoces.

a) *Exigences de froid en hiver*

Dans l'Italie du Sud et dans les îles, on observe souvent que les hivers doux provoquent des retards et des irrégularités de feuillaison et de floraison. Plusieurs lambourdes ne s'ouvrent pas ou se dessèchent. On observe plusieurs branches, même incurvées, partiellement dégar nies de fleurs et même de feuilles.

Parmi les variétés les plus répandues, celles qui se sont montrées les plus exigeantes sont : « Bon Chrétien William », « Abbé Fétel », « Beurré Hardy ». La « Beurré Bosc » (« Kaiser Alexandre ») est aussi assez sensible.

Dans le midi et dans les îles, en milieu plus chaud, nous avons constaté un retard de floraison et d'émission des feuilles de la « William » et de la « Beurré Hardy » de même qu'une ouverture irrégulière des bourgeons et des fleurs, apparition presque simultanée des fleurs et des feuilles, tandis que, en règle générale, celles-ci sont en avance par rapport à celles-là.

b) *Nombre de jours entre floraison et maturation*

Dans plusieurs localités de l'Italie on a relevé les données relatives aux phénogrammes de la floraison et le nombre des jours qui séparent la pleine floraison de la récolte. Dans la région de Ferrare nous avons constaté les données suivantes pour quelques vergers : « Coscia », de 72 à 85 jours, « William » de 113 à 137 jours, « Abbé Fétel » de 130 à 138 jours, « Kaiser » de 134 à 145 jours, « Passe Crassane » de 160 à 185 jours.



FIG. 2 — Motoculteur sur lequel ont été bâtis 3 plateaux reliés au moyen de tubes métalliques creux, pour rendre plus rapide la taille dans les formes modernes de « palmettes » dans la région de Ferrare

Tout au long d'une période de 5 ans, les floraisons ont varié entre les dates suivantes : « Coscia », du 2 au 16 avril ; « William » du 10 au 25 avril ; « Abbé Fétel », du 8 au 18 avril ; « Kaiser », du 13 au 26 avril ; « Passe Crassane », du 8 au 20 avril, dans la région de Ferrare.

On observe que la floraison est plus régulière et plus précoce quand à un hiver à températures relativement basses ou basses font suite des mois de mars et avril dont les températures sont douces ou même plutôt chaudes, avec des journées sèches et ensoleillées.

Par rapport à la Belgique, à l'Angleterre, à la France du Nord, à l'Allemagne, l'Italie a une avance de floraison qui peut varier entre 8 à 10 jours et 1 mois, suivant la région et les variétés. Évidemment, dans nos régions froides ou situées à une altitude plus élevée, il existe un retard de la floraison.

En général, la floraison moyenne du poirier précède celle du pommier d'environ 3-8 jours, quand la moyenne des températures de l'hiver est plutôt basse et que la floraison a lieu régulièrement.

Dans plusieurs zones, et aussi dans les Centres d'arboriculture fruitière industrielle de Ferrare, Ravenne et Vérone, quand les hivers sont doux, on constate que la floraison du poirier, particulièrement pour certaines variétés, se rapproche de celle du pommier.

Les conséquences des températures moyennes légèrement supérieures à la moyenne peuvent être atténuées quand les brouillards sont plus fréquents, car ce phénomène empêche une augmentation ultérieure de la température dans les parties aériennes de l'arbre.

Si l'on considère un grand nombre de variétés, on constate que les époques de maturation peuvent être légèrement décalées d'une année à l'autre et que les différentes variétés présentent un léger décalage dans leurs rapports réciproques de maturation. Cela signifie qu'une année une variété en précèdera une autre de peu, tandis que l'année suivante, les rôles pourront être légèrement renversés.

Toutefois il faut relever que, dans certains milieux ambiants, les variétés se comportent d'une façon plus régulière et meilleure pour ce qui est de la qualité, comme nous aurons l'occasion de le dire plus tard.

De nombreuses tables sont consacrées aux données relatives. Nous nous limitons ici à reporter la table de comparaison des températures moyennes pour les mois de janvier à décembre de localités italiennes (depuis les Alpes à la Sicile) et de zones de la Californie et de l'Etat de Washington, confrontées avec les températures de la Belgique (Uccle).

### c) *Les gelées - Les dommages des gelées blanches*

Dans les régions au Nord de Florence, et surtout certaines années, les dégâts causés par les gelées blanches sont fréquents, et surtout pour les variétés à floraison précoce. Cela constitue un désavantage assez marqué. Dans ces régions on tâche de cultiver sur les versants les mieux exposés des collines des variétés à floraison tardive. On se préoccupe, de plus, d'assurer une protection, soit par le chauffage du verger, soit

par nébulisation d'eau, système qui a déjà été adopté pratiquement dans quelques exploitations.

d) *Autres inconvénients : la pluie et les vents*

Dans certaines régions, la pluviosité excessive et les vents dominants peuvent causer des dégâts, soit en dispersant le pollen, soit en empêchant le vol des insectes fécondateurs. Ensuite l'humidité excessive peut favoriser la tavelure, tandis que les vents peuvent déterminer le déchiquetage des feuilles. Ces accidents causent souvent une réduction importante de la production. On tâche donc de trouver les milieux les mieux adaptés et les moyens de protection qui correspondent le plus rigoureusement à chaque cas particulier, des brise-vents par exemple.

**Températures moyennes des mois de janvier à décembre en Italie, Californie et Belgique**

|                     | Janv. | Févr. | Mars | Avril | Mai  | Juin | Juillet | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|---------------------|-------|-------|------|-------|------|------|---------|------|-------|------|------|------|
| <b>ITALIE</b>       |       |       |      |       |      |      |         |      |       |      |      |      |
| Bolzano             | 0,8   | 3,5   | 8,4  | 12,9  | 17,1 | 20,6 | 23      | 21,8 | 17,9  | 12,3 | 6,4  | 1,6  |
| Trente              | 0,1   | 2,6   | 7,6  | 12,1  | 16,5 | 20,3 | 22,5    | 21,4 | 17,8  | 12,9 | 6,1  | 1,6  |
| Vérone              | 2,2   | 5,3   | 9,3  | 13,6  | 17,8 | 22   | 24,8    | 24,1 | 20,5  | 16,4 | 8,1  | 3,7  |
| Ferrare 1958        | 2,8   | 6,4   | 6,0  | 11,0  | 20,2 | 21,8 | 23,4    | 24,9 | 21,1  | 14,5 | 10,6 | 4,8  |
| 1959                | 3,1   | 5,8   | 11,3 | 13,6  | 17,7 | 21,8 | 25,8    | 22,8 | 18,6  | 12,9 | 8,9  | 5,8  |
| Florence            | 4,8   | 6,3   | 9,4  | 13,1  | 17,4 | 21,5 | 24,2    | 23,8 | 20,1  | 14,9 | 10   | 6,3  |
| Rome                | 6,7   | 8     | 10,6 | 13,7  | 17,9 | 21,8 | 24,6    | 24,4 | 21,3  | 16,4 | 11,7 | 7,8  |
| Bari                | 8     | 8,3   | 11   | 13,5  | 17,2 | 27,4 | 24,2    | 24,1 | 21,3  | 17,6 | 13,2 | 11,2 |
| Naples              | 8,3   | 8,8   | 10,9 | 13,5  | 17,8 | 21,3 | 24      | 24   | 21,3  | 17,3 | 13,1 | 10   |
| Catane              | 10,2  | 10,7  | 12,6 | 15,2  | 19   | 23,3 | 26,1    | 26,5 | 23,9  | 19,9 | 15,3 | 11,9 |
| <b>U.S.A.</b>       |       |       |      |       |      |      |         |      |       |      |      |      |
| Auburn (Calif.)     |       |       | 11   | 13    | 16,5 | 21,5 | 24      | 24,2 | 20,5  |      |      |      |
| Sacramento (Calif.) |       |       | 12   | 14    | 17   | 20,5 | 23      | 23   | 20,5  |      |      |      |
| Wenatchee (Wash.)   |       |       | 5,7  | 11    | 14,6 | 18   | 23      | 23   | 15,5  |      |      |      |
| <b>BELGIQUE</b>     |       |       |      |       |      |      |         |      |       |      |      |      |
| Uccle               | 2,7   | 3,1   | 5,5  | 8,2   | 12,8 | 14,9 | 16,8    | 16,4 | 14,0  | 10,0 | 5,2  | 3,3  |

e) *Pollinisation*

Un des facteurs les plus importants parmi ceux qui peuvent influencer le choix d'une variété est celui de la pollinisation.

Ainsi que nous l'avons fait dans le cas du pommier (cfr. BREVIGLIERI, « *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1953, n. s., vol. VII, nn. 1, 2, 3, 4, 5, 6), dans un autre de nos travaux (BREVIGLIERI-BALDASSARI, *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1755, n. s.), nous avons exposé les résultats des recherches effectuées avec les mêmes méthodes sur la bio-



logie florale et la fructification du poirier dans la région de Ferrare, centre de la nouvelle arboriculture fruitière industrielle.

Nous avons étudié 25 variétés pour lesquelles nous avons tracé le phénogramme de la floraison, déterminé l'auto-fertilité ou l'auto-incompatibilité, le degré de la fructification parthénocarpique et le résultat d'un bon nombre de pollinisations croisées pour la plus grande partie des variétés.

La liste des variétés pollinisatrices que nous avons adoptées, et d'autres indiquées par les différents auteurs, est la suivante :

### Variétés pollinisatrices des principales variétés de poirier

*Abbé Fétel* : Belle des Flandres, Beurré Esperen, Beurré de Lubeck, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Clairgeau, Beurré Giffard, Beurré Hardy, Coscia, Directeur Hardy, Duchesse d'Angoulême, Clapp's Favourite, Joséphine de Malines, Beurré Bosc (Kaiser Alexandre), D. J. Guyot, Madame Verté, Packham's Triumph, Passe Crassane, Précoce de Trévoux, Président Drouard, Président Roosevelt, Mr. d'Esperen, William.

*Bergamotte Esperen* : Beurré Clairgeau, Beurré d'Hardenpont, Dr. J. Guyot, Doyenné d'Hiver, Duchesse d'Angoulême, Clapp's Favourite, Montchallard, William.

*Bonne Louise d'Avranche* : Abbé Fétel, André Desporte, Bergamotte Esperen, Beurré d'Anjou, Beurré Giffard, Conférence, Doyenné d'Alençon, Doyenné du Comice, Doyenné d'Hiver, Duchesse d'Angoulême, Clapp's Favourite, Beurré Bosc, Dr. J. Guyot, Le Lectier, Olivier de Serres, Passe Crassane, Précoce de Trévoux.

*Beurré Clairgeau* : Abbé Fétel, Belle des Flandres, Bergamotte Esperen, Beurré d'Anjou, Beurré Hardy, Beurré d'Hardenpont, Doyenné d'Alençon, Doyenné du Comice, Doyenné d'Hiver, Duchesse d'Angoulême, Beurré Bosc, Kieffer, Olivier de Serres, Packham's Triumph, Passe Crassane, Roi Charles de Wurtemberg, Seckel, Soldat Laboureur, William, Winter Nelis, Beurré Bedford, Beurré Fouqueray, Beurré Superfin, Conférence, Durondeau, Emile d'Heyst, Bonne Louise d'Avranche, Souvenir du Congrès.

*Beurré d'Anjou* : Conférence, Beurré Bosc, William.

*Beurré d'Hardenpont* : Bergamotte Esperen, Beurré Clairgeau, Beurré Hardy, Clapp's Favourite, Passe Crassane, Précoce de Trévoux, William.

*Beurré Diel* : Abbé Fétel, Bergamotte Esperen, Beurré Clairgeau, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Giffard, Beurré d'Hardenpont, Beurré Hardy, Conférence, Comtesse de Paris, Doyenné du Comice, Doyenné d'Hiver, Directeur Hardy, Dr J. Guyot, Beurré Bosc, Le Lectier, Passe Crassane, Roi Charles de Wurtemberg, William, Winter Nelis, Beurré Bedford, Beurré Fouqueray, Beurré Six, Beurré Superfin, Durondeau, Emile d'Heyst, Souvenir du Congrès.

*Beurré Giffard* : André Desporte, Bergamotte Esperen, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Clairgeau, Doyenné d'Alençon, Dr J. Guyot, Clapp's Favourite, Précoce de Trévoux, Comtesse de Paris, Soldat Laboureur, William, Durondeau, Emile d'Heyst, Passe Crassane, Saint Luc.

*Beurré Hardy* : Abbé Fétel, Bonne Louise d'Avranche, Bergamotte Esperen, Beurré d'Anjou, Beurré Giffard, Beurré Clairgeau, Doyenné du Comice, Doyenné

d'Hiver, Directeur Hardy, Clapp's Favourite, Joséphine de Malines, Beurré Bosc, Le Lectier, Winter Nelis, Nouveau Poiteau, Passe Crassane, Roi Charles de Wurtemberg, William, Beurré Bedford, Beurré Fouqueray, Beurré Six, Beurré Superfin, Conférence, Dr. J. Guyot, Fertility, Glou Morceau, Laxton's Superb, Marie Louise, Souvenir du Congrès.

*Conférence* : André Desporte, Bonne Louise d'Avranche, Doyenné du Comice, Beurré Bosc, William, Beurré Bedford, Beurré Clairgeau, Beurré Fouqueray, Beurré Hardy, Beurré Superfin, Dr. J. Guyot, Durondeau, Emile d'Heyst, Fertility, Laxton's Superb, Marie Louise, Souvenir du Congrès.

*Coscia de Florence* : Bergamotte Esperen, Beurré Clairgeau, Beurré Giffard, Bonne Louise d'Avranche, Doyenné d'Hiver, Passe Crassane, William.

*Curé* : André Desporte, Bergamotte Esperen, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Hardy, Doyenné du Comice, Clapp's Favourite, Joséphine de Malines, Le Lectier, Précoce de Trévoux, William.

*Doyenné du Comice* : André Desporte, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Bedford, Beurré d'Hardenpont, Beurré Hardy, Conférence, Clapp's Favourite, Fertility, Beurré Bosc, Seckel, Winter Nelis, Dr. J. Guyot, Glou Morceau, Laxton's Superb, Marie Louise, Nouveau Poiteau.

*Doyenné d'Hiver* : Beurré Hardy, Coscia, Doyenné du Comice, Dr. J. Guyot, Olivier de Serres, Passe Crassane.

*Duchesse d'Angoulême* : Bergamotte Esperen, Bonne Louise d'Avranche, Beurré d'Anjou, Beurré Clairgeau, Doyenné d'Hiver, Beurré Bosc, Clapp's Favourite, Kieffer, Passe Crassane, Président Drouard, William.

*Clapp's Favourite* : Abbé Fétel, Bergamotte Esperen, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Clairgeau, Beurré d'Hardenpont, Beurré Hardy, Conférence, Doyenné du Comice, Beurré Bosc, Le Lectier, Monchallard, Moscatella Précoce, Nouveau Poiteau, Précoce de Trévoux, Président Drouard, Seckel, Soldat Laboureur, William, Beurré Fouqueray, Dr. J. Guyot, Fertility, Glou Morceau, Laxton's Superb, Marie Louise, Winter Nelis.

*Beurré Bosc* : Abbé Fétel, Beurré d'Anjou, Bergamotte Esperen, Beurré Giffard, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Clairgeau, Beurré d'Hiver, Beurré d'Hardenpont, Beurré Hardy, Conférence, Comtesse de Paris, Coscia, Dana Hovey, Doyenné du Comice, Doyenné d'Hiver, Duchesse d'Angoulême, Clapp's Favourite, Joséphine de Malines, Howell, Kieffer, Légipont, Madame Verté, Moscatella, Packham's Triumph, Passe Crassane, Précoce de Trévoux, Président Roosevelt, William.

*Dr. Jules Guyot* : Abbé Fétel, Doyenné d'Hiver, Coscia, Clapp's Favourite, Fertility, Beurré Bosc, Le Lectier, Winter Nelis, Précoce de Trévoux, Souvenir du Congrès, Président Roosevelt, William, Beurré Bedford, Beurré Fouqueray, Beurré Six, Beurré Superfin, Conférence, Doyenné du Comice, Glou Morceau, Laxton's Superb, Marie Louise, Nouveau Poiteau.

*Madame Verté* : Clapp's Favourite.

*Marguerite Marillat* : Abbé Fétel, Bergamotte Esperen, Beurré Clairgeau, Conférence, Comtesse de Paris, Beurré Bosc, Dr. J. Guyot, Packham's Triumph, Président Roosevelt, William, Winter Nelis, Beurré Giffard, Durondeau, Emile d'Heyst, Laxton's Superb, Passe Crassane, Saint Luc.

*Moscatella Précoce* : Clapp's Favourite.

*Passe Crassane* : Abbé Fétel, Bergamotte Esperen, Beurré Clairgeau, Beurré Giffard, Coscia, Doyenné du Comice, Doyenné d'Hiver, Directeur Hardy,



Duchesse d'Angoulême, Madame Verté, Moscatella, Packham's Triumph, Clapp's Favourite, Président Roosevelt, Beurré Bedford, Durondeau, Emile d'Heyst, Bonne Louise d'Avranche, Saint Luc.

*Clapp's Favourite* : Moscatella Précoce.

*Précoce de Trévoux* : Abbé Fétel, André Desporte, Bonne Louise d'Avranche, Beurré Hardy, Coscia, Beurré Bosc, Le Lectier, Précoce d'Altedo, Président Drouard.

*Président Roosevelt* : Abbé Fétel, Précoce de Trévoux, William.

*Triomphe de Vienne* : Bergamotte Esperen, Bonne Louise d'Avranche, Comtesse de Paris, Dr. J. Guyot, Clapp's Favourite, Précoce de Trévoux, William.

*William* : Abbé Fétel, André Desporte, Bergamotte Esperen, Belle des Flandres, Beurré Clairgeau, Beurré d'Anjou, Beurré Giffard, Beurré Dumont, Beurré Hardy, Conférence, Duchesse d'Angoulême, Clapp's Favourite, Fertility, Beurré Bosc, Dr. J. Guyot, Le Lectier, Madame Verté, Moscatella Précoce, Nouveau Poiteau, Packham's Triumph, Passe Crassane, Président Drouard, Précoce de Trévoux, Roi Charles de Wurtemberg, Président Roosevelt, Winter Nélis.

Les conditions climatiques ont une influence notable sur le degré de parthénocarpie et sur les moindres exigences des pollinisateurs dans des milieux déterminés.

Nous renvoyons aussi à notre note (BREVIGLIERI et BALDASSARI, 1955) où nous avons parlé, à ce point de vue, des travaux de GRIGG.

Dans le cas d'isolement en sachets de papier spécial, où la température est plus élevée, nous avons observé plus de fruits parthénocarpiques par rapport aux isolateurs de gaze à mailles serrées.

Les périodes de floraison des variétés étudiées ont en général une interférence assez nette sur les pollinisations croisées. On déconseille toutefois de cultiver en association les variétés à floraison plus précoce et celles à floraison plus tardive.

Les pollinisations artificielles ont souvent donné de meilleurs résultats que les pollinisations libres. Plusieurs combinaisons se sont démontrées incompatibles.

#### f) *Moyenne des températures pendant la période de croissance des fruits*

Au cours de nombreuses observations, on a pu constater que les températures moyennes élevées (ou en général plutôt élevées) pendant la période qui précède d'environ 45-80 jours la maturation de la « Coscia » et de la « Gentile », de la « Beurré Bosc » et aussi de la « William » ont en général comme résultat de meilleures caractéristiques qualitatives des fruits de ces variétés ; en outre ces fruits se conservent mieux.

Au contraire, pendant les années ayant des températures moyennes plutôt basses, la qualité et la conservation des fruits sont moins bonnes. Nous avons tiré ces conclusions d'un bon nombre de données concernant la résistance de la chair mesurée au pénétromètre, le contenu

de sucres, le comportement en frigo et en milieu à température normale. Nous avons aussi constaté que dans les climats chauds on obtient, pour la même variété, des fruits un peu plus allongés que ceux qu'on obtient dans un climat aux températures plus modérées.

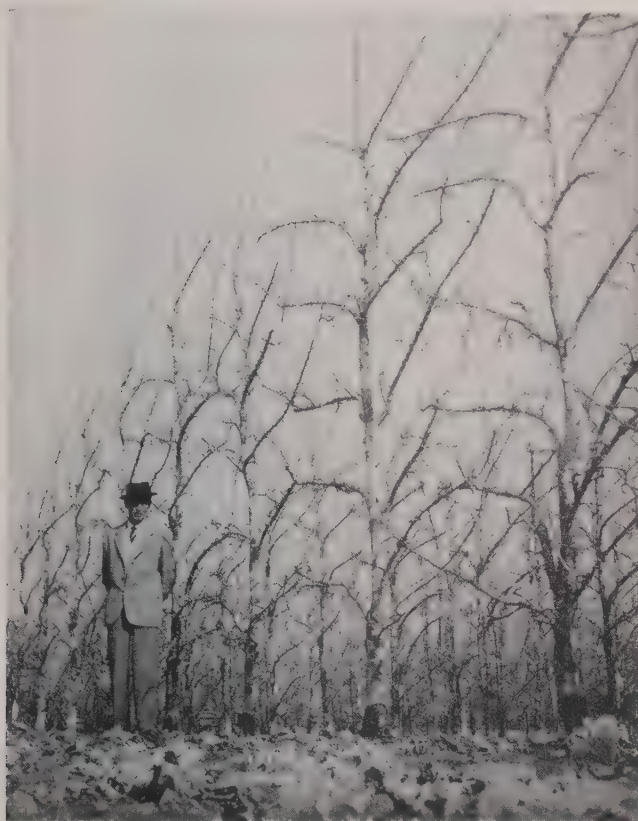


FIG. 3 — La palmette irrégulière à branches inclinées dans les terrains fertiles de la région de Ferrare

g) *Caractéristiques qualitatives*

Comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, dans certains climats et microclimats, dans certains milieux, quelques variétés se présentent avec de meilleures caractéristiques qualitatives.

Parmi les plus importants de ces facteurs nous citerons : l'humidité relative de l'atmosphère, le degré d'insolation, la température et ses variations, la pluviosité, l'humidité du sol et, en général, la nature du terrain.

Il existe des variétés qui donnent de meilleurs fruits dans les milieux chauds du Midi et notamment la « Dr. Jules Guyot », la « William », la « Beurré précoce Morettini » et aussi la « Kaiser ».

Nous avons constaté que la « Beurré Précoce Morettini » donne également d'excellents résultats dans les climats un peu plus froids.

Comme considération particulière nous tenons à examiner l'influence notoire qu'ont, sur la perfection des fruits, l'humidité, la température et la nature du sol. Par exemple, une variété comme la « Passe Crassane » qui semblerait plus adaptée aux régions du Nord, produit aussi des fruits aux caractéristiques organoleptiques excellentes dans le climat particulier de la vallée du Pô. Cette vallée possède une humidité relative assez élevée et des températures moyennes particulières. S'il y a lieu d'enregistrer un facteur négatif, ce sera le penchant des producteurs à cueillir trop hâtivement les poires et ce pour satisfaire la demande pressante des marchands de gros qui se rabattent sur les poires dès que les stocks de « Red Delicious » sont épuisés. Ces poires devraient rester sur l'arbre pendant encore au moins 15-20 jours, si pas plus.

Mais ce phénomène, dû à la demande pressante et peu contrôlée, n'est heureusement pas une règle générale : on fait au contraire très attention, maintenant, à l'époque la plus favorable de récolte pour chaque variété, en tenant compte de la qualité des fruits.

Nous avons eu l'occasion de goûter, notamment, des « Passe Crassane » cueillies à point. Elles pouvaient être comparées avantageusement aux meilleures que l'on puisse trouver sur les marchés internationaux.

Il est opportun — semble-t-il — de faire encore quelques considérations sur le problème du terrain.

Le poirier est bien connu pour sa possibilité d'adaptation à un grand nombre de terrains différents, y compris ceux qui présentent une certaine teneur en argile. Il en résulte que, dans une exploitation, l'on choisit en Italie les meilleurs terrains, les plus légers et les plus perméables pour le pêcher et le cerisier, en réservant les terrains un peu plus compacts et aussi les parties un peu moins perméables pour le poirier, celui-ci étant greffé respectivement sur franc et sur cognassier.

Un des éléments les plus importants à considérer est celui d'une disponibilité suffisante en eau dans le sol, soit par fraîcheur naturelle, soit par irrigation.

Dans la vallée du Pô, qui possède des terrains assez profonds et frais, répondant bien aux exigences végétatives, on obtient des fructifications abondantes et de bonne qualité. Mais dans certains milieux, quand cette disponibilité en eau est plus limitée et quand l'air est plus sec, par suite d'une élévation de température et d'une diminution de

l'humidité relative, on assiste à des phénomènes importants de dessèchement des bords et de l'extrémité des feuilles, surtout pour certaines variétés : la « William » est parmi les plus sensibles.

Le cognassier, comme on le sait, est extrêmement sensible au calcaire actif, surtout dans les terrains rocheux et peu profonds. Au contraire, dans les terrains ayant une bonne profondeur et une bonne fraîcheur, il peut tolérer un certain pourcentage de calcaire actif. Des recherches particulières ont été effectuées.



FIG. 4 — Détail de la fructification du « Beurré Bosc » (« Kaiser Alexandre ») dans une nouvelle palmette à branches inclinées sur *Pyrus betulaefolia*

Le cognassier résiste bien à l'humidité, comme nous avons pu le constater lors des inondations du fleuve Reno dans la région de Ferrare (2-3 mois).



Pendant les dernières décennies, on a surtout encouragé les plantations à écartement assez grand dans les vallées alpines de l'Est et de l'Ouest, où elles bénéficient d'une luminosité particulièrement favorable, mais c'est surtout pendant ces 15 dernières années que les cultures florissantes de la région de Ferrare, Ravenne, Vérone, Bologne, Forlì, etc. ont dépassé toutes les prévisions : des vergers intensifs y ont été en effet établis (palmettes, etc).

La fertilité et la fraîcheur des terrains de ces plaines ont permis d'obtenir des plantations prospères, qui ne trouvent pas leur équivalent dans d'autres milieux. D'autres zones favorables pour la production précoce se trouvent dans le centre et le sud de l'Italie, où l'on a un avantage de précocité sur le Midi de la France.

Grâce à l'application des techniques culturales les plus perfectionnées, la culture des variétés de poirier bien adaptées est susceptible de donner un rendement quantitatif élevé de qualité excellente.

Les variétés peuvent, dans ces régions, réaliser au maximum leurs meilleures possibilités agronomiques et biologiques et donner des produits d'un calibre excellent et bien adaptés à l'exportation.

Souvent on intervient, plus que par le passé, avec des irrigations de secours dans les années de grande sécheresse.

### Porte-greffe

Pour le franc nous avons en sélection différents types de *Pyrus communis* et des recherches sur la propagation par boutures de formes jeunes et uniformes par la technique de la nébulisation.

Le *Pyrus betulaefolia* est adapté surtout à certaines régions et possède des racines profondes, qui résistent mieux à la sécheresse.

Pour le cognassier on préfère le Cognassier d'Angers M. A et on commence à choisir les meilleures sélections de Cognassier de Provence, plus vigoureuses et résistantes à la sécheresse et au calcaire.

Certaines variétés donnent de meilleurs résultats sur Cognassier, comme la « Passe Crassane » ; d'autres sur franc, comme la « Dr. Jules Guyot ». Pour la « Kaiser » on se sert de la greffe intermédiaire, étant donné le manque d'affinité.

Quand cela est possible, on préfère le cognassier porte-greffe, surtout pour les variétés qui possèdent une bonne affinité, car il s'adapte bien aux formes modernes en palmettes et les fruits sont, avec celui-ci, de meilleure qualité.

Dans tous les cas on cherche à obtenir la surface foliaire la meilleure et la plus étendue.

Il est certain que l'amélioration quantitative et qualitative de la production est étroitement liée au choix attentif du matériel de plan-



tation, du double point de vue du porte-greffe et des types clonaux, pour obtenir les meilleurs résultats. S'il est vrai que le poirier atteint, dans les milieux fertiles, un grand développement et une productivité élevée, il n'est pas vrai que l'on obtienne toujours une régularité de développement et de longévité, et même de production, régularité qui doit être également considérée au point de vue de la qualité.

### Les systèmes de conduite — la taille

Un autre aspect important de la culture moderne du poirier est représenté par le perfectionnement des systèmes de conduite et de taille. Nous avons décrit plusieurs fois ces systèmes.

Celui qui visite pour la première fois les vergers des régions de Ferrare, Ravenne, et d'autres secteurs réputés, est frappé de la perfection des systèmes de conduite et de taille, qui sont le résultat de l'œuvre de techniciens émérites et du travail continu des arboriculteurs.

Plus peut-être que dans d'autres milieux, il s'est formé, dans ces provinces, une équipe de cadres qui fait honneur à notre pays.

L'évolution qui se produit dans ce domaine de la formation et de la taille est la meilleure démonstration que l'on puisse donner de l'esprit d'observation et d'initiative de ces cadres. Celui qui vit au contact des jeunes arbres, en interprète les exigences et sait harmoniser les possibilités d'un milieu fertile avec les différents modes de développement et de fructification des diverses variétés, afin d'obtenir les meilleurs résultats économiques dans la production. On peut ajouter que la première règle de taille est dictée par l'individualité de l'arbre, le mode de fructification et la variété, les possibilités du milieu et la technique culturale suivie.

Obtenir les meilleurs résultats économiques de production : *That is the question!* On ne pourra pas, actuellement ni plus tard, raisonner d'une façon différente, si l'on se trouve ou si l'on doit se trouver devant des situations plus difficiles à aborder et à surmonter. Une conclusion s'impose à l'esprit : il faut préférer toutes les méthodes et, disons le également, tous les traitements qui permettent d'obtenir les meilleurs rendements de qualité et au meilleur coût.

En même temps que des connaissances approfondies de l'individualité de l'arbre fruitier, il faut tenir compte aussi de la connaissance du milieu et des systèmes de conduite, de l'évaluation du coût de la main d'œuvre, etc.

En outre il peut y avoir également des types d'entreprise auxquelles conviennent une plus large mécanisation et une plus forte réduction de l'emploi de la main d'œuvre avec une simplification dans les formes de conduite dans la taille, etc.

Ceci posé, l'orientation à suivre dans les formes de conduite et de taille doit s'adapter aux exigences techniques et économiques pratiques de l'exploitation afin d'obtenir les meilleurs rendements aux prix les plus bas.

Les formes de conduite doivent, en définitive, permettre d'obtenir un arbre de dimensions qui le rendent :

1) équilibré dans son développement, eu égard à la fructification, afin d'assurer une durée et une production qui soient le plus possible adaptées aux objectifs de l'exploitation,

2) « harmonieux » dans l'importance relative de la végétation et de la fructification selon les caractères physiologiques de l'arbre et les possibilités du milieu,

3) pourvu d'une « surface de fructification » convenable avec une formation suffisante de boutons à fleurs selon la variété sur rameaux d'un an et lambourdes portées sur des branches et rameaux sains, bien alimentés et bien distribués et en position favorable,

4) avec des branches et rameaux disposés de façon à assurer une pénétration convenable de l'air et surtout de la lumière à l'intérieur de la ramure, afin de placer les feuilles dans les conditions les meilleures d'assimilation et permettre aux fruits de prendre la dimension et la coloration les plus convenables.

La taille de production devra ensuite respecter les exigences du mode de fructification des diverses variétés selon l'importance de leur développement et leurs exigences particulières quant à la position des bourgeons florifères sur rameaux d'un an au sommet des brindilles et surtout lambourdes, etc... Il faudra en outre avoir pour but une production qui soit autant que possible bien distribuée dans le temps en évitant ou réduisant au minimum les aléas de l'alternance.

### **La récolte**

Toutes ces considérations expliquent et justifient l'orientation actuelle, surtout dans les cultures rationnelles dans la région de Ferrare, Ravenne, Bologne, Forlì et Vérone, vers les formes semi-libres : palmettes à branches inclinées et palmettes irrégulières dont le technicien Baldassarri a réalisé des perfectionnements.

Avant de décider de l'époque de la récolte il faut s'assurer que les fruits aient atteint un grossissement adéquat. Dans ce but, il peut être utile de connaître l'intervalle en jours qui sépare la pleine floraison de la récolte : cet intervalle varie un peu suivant le milieu. Dans l'État

de Washington on a constaté l'intervalle moyen suivant pour les différentes variétés : « William » 110-115 jours ; « Bosc » (Kaiser) 130-135 ; « Anjou » 145-150 ; Dans la région de Ferrare nous avons trouvé les intervalles que nous avons cités plus haut.

En général, la récolte commence quand un tiers ou la moitié des poires sont prêtes, et on laisse le restant de la production pendant environ une semaine ; pendant cette période l'accroissement est d'environ 20 %. Il ne faut pas trop retarder, car la période de conservation en serait diminuée et les altérations seraient plus faciles.

Les plus sûres parmi les preuves de maturation sont les *changements de couleur, de consistance de la chair et la variation des sucres*. Les variétés très précoces doivent être cueillies en avance si on veut éviter le blet-tissement. Certaines variétés précoces, comme la « Coscia de Florence », sont très résistantes. Un examen attentif des résultats de plusieurs années pourra guider le cultivateur.

Pour les variétés d'hiver, comme la « Passe Crassane », on anticipe parfois trop la période de la récolte, comme on l'a dit, et la qualité en souffre.

Nous avons vu qu'en Californie, ainsi que dans d'autres États, on se sert normalement du pénétromètre et du réfractomètre en plus de la « carte standard des couleurs ». Avec le pénétromètre MAGNESS-TAYLOR (pointe de 5/16 de pouce) la pression (en livres) conseillée pour les différentes variétés est la suivante : « William » 16-20 ; « Bosc » 11-14 ; « Doyenné du Comice » 9-11,5 ; « Anjou » 11-13. La carte standard des couleurs de maturation de la « William » (Standard colour chart maturity of Bartlett pear, California State Department of Agriculture) comprend les couleurs suivantes : 1. vert, 2. vert clair, 3. jaune verdâtre, 4. jaune.

Nous avons constaté que les contrôles fédéraux en Californie demandent une pression au-dessous de 21 (mieux si 18 ou 20), un degré réfractométrique minimum de 13 % et la couleur n° 2 de la « carte standard » pour les poires « William ». Nous avons aussi assisté aux expériences concluantes de L. L. Claypool qui a constaté que pour la « William » on obtient la *qualité la meilleure*, tant pour la consommation en frais que pour la conservation en boîte, en enregistrant au pénétromètre de 17 à 20 livres en conservant les poires pendant une dizaine de jours à 0° C. et en les faisant mûrir ensuite à 20 C. Les meilleures qualités, toujours pour la « William », pour la consommation en frais, sont obtenues quand la pression enregistrée est de 2-2,5 livres. Pour les autres variétés, les données sont un peu différentes.

Aussi en Italie on suit maintenant de meilleurs modes de récolte.

## L'Amélioration génétique

Il faut ajouter nécessairement l'étude génétique et l'acclimatation des variétés dans les champs d'expérience et d'orientation et l'observation parallèle du produit dans son circuit commercial.

La nécessité de la création de nouvelles variétés pourvues de caractéristiques agronomiques et biologiques convenables, de meilleure productivité et aussi mieux adaptées, de ce fait, aux exigences particulières et aux possibilités du milieu, ne devrait pas avoir besoin d'être démontrée. Possèdent une égale importance particulière : le mode de fructification de l'arbre, la résistance aux maladies, sa mise à fruit plus ou moins rapide, son comportement biologique en ce qui concerne la pollinisation, la fumure, la couleur et la grosseur du fruit, la saveur de la pulpe, la conservation etc.

Les résultats sur l'amélioration génétique ont été plusieurs fois exposés en Italie par le Prof. MORETTINI, qui a aussi été chargé d'en présenter la relation générale au Congrès international de pomologie de Florence, en 1958, auquel nous renvoyons pour plus ample information.

A côté des importants travaux du Prof. MORETTINI, nous voudrions mentionner le programme d'amélioration que nous avons entrepris à Ferrare depuis 1952. On devait observer une gamme étendue de souches.

Pour cette espèce, comme pour les autres, je rends ici hommage aux savants belges des siècles passés et à ceux qui en continuent les travaux et qui aujourd'hui se consacrent à des recherches en faveur du monde arboricole tout entier.

L'œuvre magistrale du recteur LECRENIER et de ses collaborateurs mérite la reconnaissance et la solidarité de tous.

Les célébrations du Centenaire de Gembloux, qui a répandu une si vive lumière dans le monde, nous rappellent que dans tous les pays l'arboriculture fruitière trouve dans la science pure et appliquée les bases pour le travail d'amélioration technique.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- BREVIGLIERI, N. *Peschicoltura*. Tattato-Ramo Editoriale Agricoltori, Roma, 1950.
- BREVIGLIERI, N. et BALDASSARRI, T. *Ricerche sulla impollinazione del pero nel Ferrarese*. Annali Sperimentazioni Agraria, Roma, 1955.
- BREVIGLIERI, N. *Orientamenti e problemi della nuova frutticoltura*. Atti del Convegno Nazionale di Ferrara-Gennaio, 1953.
- BREVIGLIERI, N. *La biologia fiorale e di fruttificazione del pero*. *Rivista dell' Ortofrutticoltura italiana*. N° speciale « La coltura del pero in Italia », Firenze, 1957.

- BREVIGLIERI, N. Forme di allevamento e sistemi di potatura del pero. *Rivista dell' Ortoflorofrutticoltura italiana*. Numero speciale, Firenze, 1957.
- BREVIGLIERI, N. Évolution de la culture du pêcher en Italie et Pomologie des variétés. Congrès Pomologique, Toulouse, 1957.
- BREVIGLIERI, N. L'évolution de la culture du pommier en Italie. *Journées Fruitières d'Avignon*, 1958
- BREVIGLIERI, N. Portinnesti e varietà pregiate in frutticoltura. *Rivista di frutticoltura*, anno XXII, n° 4, 1960.

#### RÉSUMÉ

Après avoir indiqué le développement considérable pris, ces dernières années, par la culture du poirier dans plusieurs pays, et notamment en Italie (où l'on pense atteindre le million de tonnes dans les années qui vont suivre), l'auteur s'arrête un instant à considérer les exigences du milieu ambiant de cette espèce, soit par rapport au sol, soit, particulièrement, par rapport au climat et pour ce qui en est des phases phénologiques.

Le poirier, dans les différents climats, a des exigences différentes, tant pour le développement végétatif que pour la fructification. Une importance particulière est prise par l'exigence de la nécessité en froid (chilling requirement) dans les régions du midi ou en général après un hiver doux. Certaines variétés sont plus exigeantes que d'autres.

Aussi les phénomènes de la parthénocarpie et de l'incompatibilité (auto-incompatibilité) sont modifiés par les grands changements thermo-climatiques et de l'humidité.

Un grand nombre de recherches sur la biologie florale et sur la fructification ont été effectuées, ainsi que sur l'éclaircissement chimique des fleurs et des fruits.

Le facteur productivité est important en rapport aussi aux porte-greffes, à la taille et à la fumure dans les différents milieux.

Une importance primordiale est celle du facteur qualité.

Il existe des variétés qui, dans certains milieux, manifestent leurs meilleures caractéristiques qualitatives et de conservation.

Il est assez important de connaître, pour chaque milieu, le délai, en jours, qui sépare la floraison de la récolte.

L'auteur indique plusieurs données pour les différentes variétés de poirier, en rapport à leurs exigences et au délai de jours séparant la floraison de la récolte.

La nouvelle méthode de taille en palmette irrégulière et en palmette à branches obliques avec une technique particulière a donné les meilleurs résultats pour la production, la qualité et la protection phytosanitaire aux coûts les plus bas.

#### Leading factors in the choice of pear varieties

#### SUMMARY

After mentioning the considerable development of peargrowing during the last few years, especially in Italy (where it is expected to reach the one million ton mark in the near future) the author considers the environmental requirements of the species regarding soil and especially climate in connection with the phenological stages.



The pear tree sets forth different requirements in different climates, for vegetative growth as well as for fructification. Particularly important is the chilling requirement in southern regions, or more generally, in case of a mild winter. Some varieties are more exacting than others.

Parthenocarpy and incompatibility (autoincompatibility) phenomena too are affected by marked temperature and humidity changes.

Considerable research work has been carried out on flowerbiology, fructification and chemical flower and fruit thinning.

Productivity is closely connected with rootstocks, pruning and manuring in different environments.

Particular importance should be attached to the factor quality.

Some varieties bring forth their characteristics (quality, preserving) at their best only under certain environmental conditions.

It is rather important to know the interval, in days, between blossoming and harvesting, for each environment.

The author provides a number of data for the different pear varieties concerning their requirements and the blossoming-harvesting interval.

The new pruning method (irregular « palmette » and « palmette » with oblique branches) applying a particular technique has given the best results regarding yield, quality, and pest control at the lowest cost.

### **Bestimmende Faktoren bei der Auswahl von Birnensorten**

#### **ZUSAMMENFASSUNG.**

Nach einem Hinweis auf die beachtliche Entwicklung der Birnenkultur der letzten Jahre in vielen Ländern, und besonders in Italien (wo man in den nächsten Jahren Millionen von Tonnen an Ernte erwartet), befasst sich der Autor kurz mit den Anforderungen dieser Art an die Umwelt (Boden, Klima, sowie phänologische Phasen).

Die Birne zeigt unter verschiedenen klimatischen Bedingungen sowohl in Bezug auf die vegetative Entwicklung als auch auf das Fruchten ungleiche Ansprüche. Von besonderer Wichtigkeit ist der Kältebedarf (chilling requirement) in südlichen Gegenden, oder überhaupt nach einem milden Winter. Einige Arten brauchen mehr als andere.

Ebenso sind die Erscheinungen der Parthenokarpie und der Selbst-Unverträglichkeit durch starke Veränderungen der thermoklimatischen- oder Feuchtigkeitsbedingungen Veränderungen unterworfen.

Viele Untersuchungen sind der Blüten- und Fruchtbio-logie sowie dem chemischen Ausdünnen der Blüten und Früchte gewidmet worden.

Der Produktivitätsfaktor ist auch in Bezug auf die Unterlagen, den Schnitt und die Düngung unter verschiedenen Umweltsbedingungen von Bedeutung.

Grundlegend wichtig ist der Qualitätsfaktor. Es gibt Varietäten, die unter bestimmten Umweltsbedingungen ihre besten Qualitätsmerkmale zeigen und beibehalten.

Ebenfalls ist wichtig, die Zahl der Tage zwischen Blüte und Ernte unter den verschiedenen Umweltsbedingungen zu kennen. Der Autor führt viele Daten für die verschiedene Birnensorten bezüglich ihrer Ansprüche, und die Dauer der Periode zwischen Blüte und Ernte in Tagen, an.

Die neue Spalierschnittmethode (unregelmässige und schräge Äste) mittels einer besonderen Technik hat die besten Resultate für die Produktion, die Qualität und Krankheitschutz bei niedrigstem Kostenaufwand ergeben.

## Facteurs écologiques déterminants dans le choix des variétés de pommier

par P. REMY

*Directeur de la Station de Recherches d'Arboriculture fruitière, Angers (France)*

L'extension considérable de la culture du pommier depuis le début du siècle a amené les chercheurs et les techniciens à préciser les conditions de milieu nécessaires à la réussite de cette culture. Les faits et l'expérience ont prouvé l'existence de certains facteurs du milieu restreignant les aptitudes culturales des différentes variétés.

Pourtant, plusieurs botanistes éminents, notamment REHDER, KRUSMAN, TE-TSUN, CHEN-LUN et CARLONE, ont été frappés, dans des continents comme l'Amérique du Nord ou la Chine, par la grande diversité des sols et des climats qui permettent la croissance du pommier, ce qui reflète une faculté d'adaptation peu commune dans le règne végétal. Si l'on considère toutes les espèces de pommier, une trentaine d'après les auteurs ci-dessus, seules les conditions extrêmes du milieu semblent limiter leur existence ou leur survie : dans les régions montagneuses ou polaires où l'hiver est très long et très froid ; dans les régions tropicales et équatoriales où la température est trop élevée et trop régulière ; dans les régions désertiques où la sécheresse est trop importante.

On constate que les variétés de pommier actuellement cultivées poussent dans une vaste région du globe située entre la zone subtropicale et la zone subpolaire. On trouve des cultures depuis la Chine du sud, les pays méditerranéens et la Californie à une latitude de 35 degrés, jusqu'en Finlande à 60 degrés de latitude nord. Dans les régions de latitude tropicale et équatoriale, le pommier se cultive à une altitude de 2.000 à 3.000 mètres, par exemple au Yémen et au Kenya. Dans l'hémisphère austral enfin, le pommier a été introduit récemment et on en rencontre des plantations en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Afrique du Sud, en Argentine et au Chili, entre 30 et 40 degrés de latitude sud.

L'aire de dispersion de chaque espèce n'est pas aussi étendue que celle de l'ensemble du genre pommier, car les exigences de sol et surtout de climat de chacune d'elles sont relativement précises. Ainsi *Malus baccata*, *M. prunifolia* et *M. ioensis* se trouvent dans les régions à hiver froid, *M. sylvestris* dans les régions océaniques et tempérées, *M. pumila* et *M. asiatica* dans les régions tempérées et continentales, *M. hupehensis* dans les régions tempérées et chaudes.

Comme les diverses variétés utilisées par l'arboriculteur proviennent, par une hybridation plus ou moins ancienne, de l'une ou de deux de ces espèces, on comprend qu'une variété donnée ne puisse pas toujours être satisfaisante dans tous les milieux, aux points de vue de la végétation, de la mise à fruits et de la qualité de la production. En fait, chaque espèce présente elle-même une grande hétérogénéité et la variation génétique qui se manifeste à la suite des hybridations est considérable, voire infinie. C'est ce qui explique le nombre si élevé des variétés de pommier originaires de chaque pays, nombre encore augmenté dans des proportions notables par les croisements effectués depuis une cinquantaine d'années dans les stations de recherches, pour des études de génétique et d'amélioration.

Plusieurs milliers de variétés existent actuellement et l'arboriculteur, qu'il soit professionnel ou amateur, devrait se baser sur des raisons convenables pour choisir celles qu'il va cultiver. Jusqu'à ces toutes dernières années, le choix s'effectuait dans la totalité des cas en tenant compte de considérations économiques ou personnelles. De nombreuses erreurs ont ainsi été commises et l'on a de plus en plus conscience maintenant de l'importance du milieu pour la réussite d'un verger.

Le comportement d'une variété donnée, plantée dans un endroit quelconque, dépend d'une part de sa constitution et de son origine génétiques, d'autre part de l'action des facteurs du milieu sur la manifestation extérieure de ses caractères génétiques.

Les caractères génétiques que possède une variété déterminent la vigueur de l'arbre, la date de la floraison, la biologie florale, l'importance et la régularité de la mise à fruits, l'époque de la récolte, le type des fruits, leur aptitude à la conservation, la sensibilité au froid, aux parasites et de nombreuses autres particularités morphologiques ou physiologiques. Mais la manifestation phénotypique de chacun de ces caractères peut être profondément modifiée par l'action du milieu, certains d'entre eux étant beaucoup plus influençables que d'autres. Une variété de pommier digne de culture dans un lieu donné peut avoir un comportement et par suite un intérêt économique très différents à quelques centaines ou même quelques dizaines de kilomètres. C'est ainsi que les fruits de Reine des Reinettes ou de Gravenstein sont mûrs en été dans le midi de la France, en automne et au début de l'hiver dans la région parisienne ou en Belgique. La date de floraison de Golden Delicious, qui se situe dans le courant d'avril en France, peut être plus tardive en Tunisie et reculer jusqu'au milieu de mai dans certaines régions de Californie. Astrakan Rouge, l'une des premières variétés à fleurir en Europe, est l'une des dernières en Israël.

L'action du milieu sur une plante est extrêmement complexe car il

y a interaction des différents facteurs qui agissent simultanément et il est rarement possible d'attribuer un comportement particulier à l'action d'un seul d'entre eux. De plus, l'ensemble des facteurs écologiques joue pendant des mois et des années et leur influence se répercute d'une année à l'autre. Enfin, dans l'étude d'un milieu, il faut tenir compte, pour chaque facteur à la fois, des variations extrêmes et des valeurs moyennes de ses manifestations.

Pour la commodité de l'exposé, nous envisagerons successivement et individuellement les différents facteurs physiques du milieu écologique qui interviennent dans le comportement du pommier et dont la connaissance peut déterminer le choix des variétés. Ce sont principalement le sol et le climat.

## I — Le sol

Dans ses relations avec le sol, le pommier possède en général une grande souplesse d'adaptation et l'on en trouve des vergers dans les types de terrain les plus divers, allant du podzol sableux ou argileux de l'ouest de la France aux limons des plateaux ou des vallées, calcaires ou décalcifiés. Des sols d'origine alluvionnaire ou d'origine latéritique conviennent également au pommier.

Toutefois, les relations entre l'eau et le sol sont primordiales dans le comportement du pommier. Dans les terres très humides, gorgées d'eau au printemps, mal drainées, le pommier dépérit rapidement par suite de l'asphyxie des racines, comme tous les arbres fruitiers d'ailleurs. S'il ne dépérit pas, on constate souvent la formation d'écailles liégeuses sur le tronc, l'apparition de chancres ou l'éclatement des jeunes fruits. Il apparaît cependant que certaines variétés, comme Belle de Boskoop, Cox's Orange Pippin, Reinette Clochard, se comportent mieux dans des sols plutôt argileux, profonds, retenant bien l'humidité pendant toute l'année. A ces variétés ne conviennent ni la sécheresse du sol, ni celle de l'air. Par contre, les variétés Golden Delicious, James Grieve, Transparente Blanche, Red Delicious et ses mutations, préfèrent des sols qui se réchauffent rapidement au printemps.

L'alimentation en eau doit être assurée pendant toute la période de végétation, soit par les pluies, soit par l'irrigation. Or, certaines variétés possèdent des taux de transpiration foliaire élevés. Des mesures au laboratoire indiquent que Grimes Golden et Red Delicious ont des taux de transpiration doubles ou triples de ceux de Jonathan ou de Gravenstein. A surface foliaire égale, ces dernières variétés ont donc des besoins plus faibles que ceux des précédentes.

La gamme de porte-greffes existant actuellement permet souvent de choisir le porte-greffe en fonction de la profondeur du sol et de son



humidité. Dans les terrains relativement humides, M. VII, M. XII M. XIII et M. I. 779 se comportent mieux que la plupart des autres porte-greffes. Dans les limons sableux où la sécheresse est parfois importante pendant l'été, les *Malling Merton* 111 et 106 permettent au pommier, mieux que les autres porte-greffes, de supporter ces conditions peu favorables.

## II — Le climat

Dans son influence sur le pommier, le climat d'une région peut être défini par ses caractéristiques aux différents stades de la végétation, et particulièrement par la pluviométrie et la température. Pour ces deux facteurs du climat, les valeurs extrêmes et les valeurs moyennes sont également importantes.

### 1°) PLUVIOMÉTRIE

La pluviométrie joue un grand rôle dans le comportement des variétés de pommier, plante dont les besoins annuels en eau sont élevés (600 à 800 mm). Nous venons de signaler que *Reinette Clochard*, *Cox's Orange Pippin* et *Belle de Boskoop* préféreraient les pays où l'humidité de l'air est importante pendant toute l'année. Ce fait limite leur culture à un petit nombre de régions en France : pour *Cox's Orange Pippin* le pays basque, la Sarthe, la Normandie et le Nord. Partout ailleurs, cette variété souffre de la sécheresse et peut-être des températures estivales élevées : ses feuilles tombent dès les premiers jours de septembre, avant la récolte.

SÖRGEL (13), dans une étude récente portant sur la répartition et le comportement de 24 variétés de pommier dans le sud de l'Allemagne (Unterfranken), parvient à considérer l'existence de deux groupes de variétés. Un premier groupe, où l'on trouve *Belle de Boskoop*, *Lohrer Rambour* et *Reinette Baumann*, convient aux régions les plus humides, tandis qu'un second groupe, avec *Reine des Reinettes*, *Reinette de Landsberg* et *Ontario*, préfère des régions plus sèches. La répartition en fonction de la température ne permet pas à SÖRGEL d'effectuer un classement aussi net, ce qui l'amène à penser que, dans une région donnée, la répartition des variétés de pommier dépend plus des précipitations que de la température.

### 2°) TEMPÉRATURE

La température est pourtant un facteur important de la réussite d'un verger de pommiers.

Pour une région donnée, le choix des variétés doit tenir compte de la durée de la période de végétation qui est limitée par les dernières gelées de printemps et les premières gelées d'hiver. Dans le midi de la



France et le sud-ouest, la durée moyenne de la période de végétation dépasse 180 jours et peut atteindre 200 jours. Dans l'ouest, elle s'étale sur 160 à 180 jours, alors qu'elle ne dépasse pas 100 à 150 jours dans le nord-est. Des variétés comme Winesap, Rome Beauty ou Stayman Winesap, qui exigent de longues périodes de végétation, ne doivent pas être plantées dans les régions du nord et du nord-est. Leur comportement, et notamment l'importance de leur fructification, serait trop fluctuant suivant les années pour que leur culture soit rentable. On verrait une récolte normale en quantité et en qualité tous les trois ou quatre ans seulement, alors que l'arboriculteur doit rechercher une production normale quatre années sur cinq.

La température moyenne pendant la période de végétation, pratiquement de mai à septembre, doit être considérée pour le choix des variétés. Chacune a un minimum d'exigences thermiques pour la maturité de ses fruits. Borowitsky, Transparente Blanche, les variétés issues de *Malus baccata* ou de *M. prunifolia*, les Kitaïka russes, se contentent d'une température moyenne de 12° C et conviennent aux régions nordiques. La plupart des variétés cultivées sont un peu plus exigeantes que les précédentes et demandent 15° C, température qui est atteinte dans toute la France. Mais un petit nombre de variétés demandent 17, 18° C et leurs fruits ne peuvent mûrir dans le nord et le nord-est : il s'agit surtout de Winesap, Stayman Winesap et Rome Beauty que nous venons de signaler pour leur longue végétation. Ces variétés ne donnent pas satisfaction aux Pays-Bas et au Danemark.

Dans les régions trop chaudes, comme les basses vallées de Californie, il faut éviter que la récolte soit soumise aux fortes chaleurs du mois d'août et les arboriculteurs de ces régions qui veulent cultiver du pommier pour bénéficier de la grande précocité de leur région plantent des variétés hâtives : Lodi, Gravenstein, Hume, récoltées à la fin de juin et dans le courant de juillet.

## Rôle saisonnier de la température

Le rôle déterminant de la température sur la production de fruits se manifeste à chaque saison : dégâts de gel hivernal, nécessité du froid pour le débourrement, action de la température sur la date de la floraison et danger des gelées de printemps, action des conditions de l'été et de l'automne sur la qualité et la coloration des fruits. Pour chacun de ces facteurs thermiques, les variétés ont une réaction propre.

### A. Hivers froids et hivers doux

Le froid hivernal ne cause de dégâts que s'il est précoce et très important. Les variétés tardives qui entrent en repos tard en saison, comme

Winesap, peuvent souffrir certaines années de gelées importantes en décembre, au moins dans certains pays d'Europe continentale : Allemagne ou Pologne. Parmi les variétés cultivées qui subissent sans dégâts les rigueurs de l'hiver continental ou canadien, on peut citer :

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| ANTONOVKA         | LODI                  |
| ASTRAKAN ROUGE    | McINTOSH              |
| BELLE FLEUR JAUNE | NORTHERN SPY          |
| BOROWITSKY        | REINETTE DE BLENHEIM  |
| CORTLAND          | REINETTE DE LANDSBERG |
| GRAVENSTEIN       | TRANSPARENTE BLANCHE  |
| GRIMES GOLDEN     | WEALTHY               |
| JONATHAN          | WINTER BANANA         |

et de nombreuses variétés nouvelles russes, suédoises ou canadiennes.

Par contre, c'est l'absence d'hiver qui, dans les régions méridionales, limite la culture de la plupart des variétés de pommier. Les chercheurs californiens, particulièrement CHANDLER et ses collaborateurs (1), ont montré que le débourrement et la floraison anormalement tardifs et irréguliers des arbres fruitiers et surtout des pommiers sont provoqués par des hivers trop doux ne pouvant pas satisfaire les besoins en froid de certaines variétés. Bien que les mesures ne concordent pas toujours, on peut considérer que les besoins en froid du pommier sont satisfaits lorsque la température s'est abaissée au-dessous de  $+ 7^{\circ}\text{C}$  pendant au moins 1000 heures. De tels besoins sont supérieurs à ceux du pêcher et de l'abricotier, voisins de ceux du poirier. D'après les observations effectuées en France, il semble que le pommier, cultivé dans des régions à étés chauds, comme la Provence, se contente de moins d'heures de froid ; des variétés comme Golden Delicious, Red Delicious donnent satisfaction avec 600 à 800 heures de froid.

L'origine génétique détermine pour une grande part les besoins en froid chez le pommier ; ils sont très faibles (400 heures) pour certaines variétés, permettant ainsi leur culture dans les régions méditerranéennes, californiennes ou sud-africaines. Il s'agit surtout de variétés locales d'Afrique du Nord : Bou Tabgaia, Aigre de Sfax, Douce de Sfax, signalées par CROSSA-RAYNAUD (3), de Calville Saint Sauveur, de variétés issues de *M. baccata* comme Wealthy et de variétés californiennes : Hume, Beverley Hills, Early McIntosh, Winter Banana, Wolf River. Les variétés Red Delicious, Golden Delicious, Jonathan, Gravenstein, Cox's Orange Pippin, Reine des Reinettes, Reinette du Canada, Belle fleur jaune, ont des besoins encore assez faibles pour permettre leur culture dans les régions méridionales. Winesap, Red June, Astrakan Rouge et McIntosh ont des besoins moyens, alors que Rome Beauty, Macoun et Northern Spy ont des besoins en froid plus importants.

### B. Conditions de printemps

Les températures de l'hiver jouent donc un grand rôle pour la régularité du débourrement. La date de la floraison dépend des températures du printemps, mais l'action même de ces températures est encore mal définie. Pour certains auteurs, c'est l'action cumulative des températures moyennes comptées au-dessus de 7° C qui détermine la floraison. Pour les chercheurs britanniques PEARCE, PRESTON (10) et LAKE (7), la date de floraison dépend des températures nocturnes et non des températures moyennes de chaque jour. Elle peut même être influencée par les températures subies au mois de juin précédent, un mois de juin chaud retardant la floraison de l'année suivante. Mais quelles que soient les méthodes d'investigation, on constate toujours que les variétés ont leurs réactions propres. L'échelle de floraison d'un ensemble de variétés n'est donc pas la même suivant les années et suivant les localités. Lake a observé que Cox's Orange Pippin était plus sensible que Worcester Pearmain aux conditions et aux variations de température.

L'époque de la floraison et les quelques semaines qui suivent constituent la période critique de la fécondation et des divisions cellulaires dans l'embryon ; le fruit se forme peu à peu, la sensibilité au milieu est extrême. Les variétés réagissent différemment aux conditions météorologiques qui existent à cette date.

Les variétés Reinette du Mans, Cusset, La Nationale, Réaux, Pomme d'Yeu, Cravert, Reinette d'Armorique et de nombreuses autres variétés locales échappent normalement aux gelées de printemps par leur floraison tardive (2 à 3 semaines après celle des variétés courantes) mais toutes ces variétés n'ont qu'un intérêt cultural restreint. Pour la majorité des variétés commerciales, la floraison coïncide avec l'époque où les gelées de printemps sont fréquentes.

Dès que les boutons floraux sont visibles de l'extérieur et exposés aux intempéries (stade D de FLECKINGER) leur sensibilité au froid est nette. A ce stade, une température de —6° C cause des dégâts importants sur Gravenstein, McIntosh, Belle de Boskoop, Astrakan Rouge. Les variétés de floraison précoce ont plus de chances de souffrir des gelées de printemps puisqu'elles atteignent le stade D plus tôt en saison.

La sensibilité aux basses températures augmente avec l'évolution du bouton, et atteint son maximum aux stades fleur ouverte (F) et jeune fruit noué (I). On considère —3° C comme la température critique, au delà de laquelle les ovules et les pistils sont détruits, empêchant par là la nouaison des fruits ; seules des variétés comme Cortland, Golden Delicious, Jonathan, présentent une sensibilité moindre et peuvent supporter —5° C avec des dégâts minimes.

Par contre, Red Delicious et toutes ses mutations constituent un groupe de variétés extrêmement sensibles, sauf peut être Vance Delicious.

Si les températures gélives provoquent des dégâts importants, la mise à fruits du pommier peut également être fortement compromise par des températures non gélives, mais trop faibles. Cette question a été abordée dans le Michigan par une équipe de chercheurs T.V. GARDNER, T.A. MERILL et W. TOENJES(6) étudiant les causes de la mauvaise mise à fruits fréquente de Red Delicious, Richared et Starking. Leurs travaux mettent en évidence l'action primordiale des conditions de température pendant la semaine qui suit la floraison. Si les maximums quotidiens de température ne dépassent pas 16 à 18° C pendant cette période, ce qui correspond à une température moyenne hebdomadaire de 10° C, la mise à fruits n'atteint que 5 %. Si les maximums atteignent 22° C, la température moyenne étant de 15 ou 17° C, la mise à fruits est beaucoup plus importante et atteint 10 %. De même, une période ensoleillée favorise la mise à fruits. Ces notions sont extrêmement importantes à connaître et elles devraient guider l'arboriculteur dans le choix de ses variétés. Il n'est pas raisonnable de planter les Delicious rouges dans des régions ou des localités où le printemps est régulièrement frais ; ces variétés demandent à la floraison de la chaleur et du soleil, et les régions nordiques, continentales ou brumeuses, ne conviennent pas à ces variétés. L'arboriculteur ne doit pas les juger d'après une ou deux bonnes récoltes, qui peuvent être dues à des conditions de printemps favorables, mais il doit connaître la proportion de printemps favorables et de printemps défavorables à la mise à fruits de Red Delicious sur 10 ans au moins. Cette observation est confirmée dans certaines régions françaises cette année. La mise à fruits de Richared, qui s'est produite à une époque où le temps était frais, venteux, humide, est mauvaise en Anjou et dans la Sarthe. La température moyenne de la semaine qui a suivi la floraison n'a atteint que 9° C. De telles conditions, défavorables à Richared, ont permis une mise à fruits très satisfaisante de Golden Delicious et de Reine des Reinettes.

Il est vraisemblable que les Delicious rouges ne soient pas les seules variétés qui présentent une telle sensibilité aux conditions climatologiques du printemps, et nous devrions tous être très réservés et très prudents dans l'introduction en grande culture de variétés nouvelles dont les aptitudes et les exigences sont mal connues.

Si une période froide au moment de la floraison provoque une importante chute des fleurs de pommier, il en est de même des températures nocturnes élevées, et des variétés comme Delicious sont sensibles à des nuits chaudes où la température reste supérieure à 20° C (8).



### C. Conditions d'été-automne

Le jeune fruit évolue pendant quatre à six mois jusqu'à sa récolte. Durant toute cette période, le climat a une influence nette sur la qualité commerciale de la production, qualité commerciale dont les principaux facteurs sont la grosseur des fruits et leur coloration, leur qualité gustative, leur aptitude à la conservation. Malheureusement aucune étude systématique n'a été entreprise pour déterminer avec précision l'action du climat sur la qualité de la récolte, de sorte que l'on en est réduit à quelques observations isolées, difficiles à interpréter du point de vue physiologique.

On constate que la lumière favorise la coloration des fruits, et que les variétés à fruits rouges produisent des fruits plus colorés dans les régions ensoleillées que dans les régions brumeuses. Les études de Mowry (9) ont montré d'ailleurs que les conditions d'ensoleillement pendant les quatre semaines précédant la récolte étaient essentielles dans la formation des pigments colorés. Les variétés à fruits rouges cultivées dans les régions à automne ensoleillé produisent régulièrement tous les ans des fruits bien colorés ; les mêmes variétés cultivées dans des régions moins ensoleillées produisent des fruits plus ou moins colorés suivant les années, d'où un aspect commercial irrégulier. Cela explique la coloration attirante des fruits cultivés sur des coteaux ou dans des régions montagneuses où l'air est plus clair que dans des vallées brumeuses. En fait, la coloration des pommes dépend à la fois de fortes intensités lumineuses, d'une humidité faible, de températures basses, surtout la nuit. Des températures nocturnes de 24°C gênent toute coloration des fruits de McIntosh, alors que celle-ci est excellente par des nuits de 10°C.

Dans les régions où la coloration n'est pas favorisée, il est préférable de s'orienter vers la culture de variétés à fruits peu colorés ou non colorés. Néanmoins, les souches nouvelles à fruits très colorés, issues de mutations, peuvent donner satisfaction dans ces régions ; la coloration des fruits apparaissant plus tôt en saison, ou étant plus intense est moins affectée par des conditions défavorables que celle des variétés dont elles proviennent. Parmi les mutations méritant de retenir l'attention je signalerai les souches colorées de Cox's Orange Pippin (Cherry Cox, Crimson Cox, Cox's Orange Kortergaard),

les souches de Jonathan : Blackjon, Jonared,

les souches de Stayman Winesap : Scarlet Staymared, Black Stayman, Black Stayman N° 201,

les souches de Red Delicious, en nombre incalculable, dont les plus intéressantes semblent être celles à fruits non striés, entièrement rouge vif : Richared, Royal Red Delicious, Redspur, Imperial Delicious.



### 3°) LE VENT

Le vent est également un facteur du climat dont il faut tenir compte dans le choix des variétés. Les fruits de certaines d'entre elles ont tendance à tomber au moindre coup de vent survenant dans les jours qui précèdent la récolte. De telles variétés seraient à éliminer des régions fortement ventées ou fréquemment atteintes par des orages : il s'agit surtout de Reine des Reinettes et de McIntosh. L'emploi de substances de croissance permet de remédier à la chute prématurée des fruits, mais il présente des inconvénients par suite de l'accélération des processus de maturation.

## III — Milieu et qualité

Un certain nombre de maladies de conservation, fréquentes sur certaines variétés, sont en rapport avec des conditions particulières du milieu pendant la végétation :

— une sécheresse estivale, débutant en juin-juillet et se prolongeant, favorise la formation de points liégeux sous-épidermiques (bitter pit) dans les fruits de Belle de Boskoop, Reinette du Canada, Stayman Winesap, Grimes Golden ;

— des températures élevées accompagnant de grandes intensités lumineuses sont la cause des fruits vitreux de Reine des Reinettes, de Winesap, du brunissement interne de Yellow Newtown, de l'échaudure superficielle de Grimes Golden, Jonathan, Stayman Winesap, McIntosh.

Enfin, il est de notoriété publique que la qualité gustative des fruits dépend de la provenance et de l'année. Mais il n'existe actuellement aucune étude en cours sur ce problème essentiel de l'action du milieu sur la qualité gustative.

## Conclusions

En résumé, si le pommier semble présenter de grandes possibilités d'adaptation au sol et au climat, chaque variété a ses caractéristiques propres, ses exigences particulières. En aucun cas, l'arboriculteur ne doit placer n'importe quelle variété dans n'importe quelle région ; sinon il risque un échec total.

Ce sont les conditions climatologiques qui jouent le rôle essentiel dans le comportement d'une variété : chaque mois de l'année, les facteurs du climat ont une influence sur la croissance et le développement des pommiers, sur la mise à fleurs, la mise à fruits, la qualité de la récolte.

Deux périodes critiques pour l'économie du verger peuvent être considérées dans les relations du pommier avec le climat :

- les quatre semaines qui suivent la floraison déterminent l'importance de la mise à fruits et c'est là que se situent les risques de coulure ;
- les quatre semaines précédant la récolte déterminent la valeur commerciale de la production : grosseur du fruit, coloration, aptitude à la conservation.

Il apparaît donc nécessaire de connaître parfaitement les conditions climatologiques moyennes et extrêmes pendant les deux périodes critiques avant d'effectuer le moindre choix de variétés. Ces conditions peuvent parfois permettre la culture du pommier sans grandes difficultés. D'autres fois, ces conditions ne sont pas très favorables à la réussite, et seules quelques variétés donneront satisfaction (variétés précoces dans les régions à période de végétation courte et froide — variétés de floraison tardive dans les régions gélives, etc). Ce dernier cas est de très loin le plus fréquent et le choix des variétés s'impose.

Il apparaît tout aussi nécessaire de ne pas mésestimer la sensibilité variétale aux conditions écologiques. La plus grande prudence s'impose, de la part des arboriculteurs, lors de la mise en culture de variétés nouvelles. Le comportement de celles-ci est encore très mal connu, et les résultats obtenus dans un pays ne peuvent pas être transposés à un autre pays ou à une autre région où les conditions écologiques sont différentes.

C'est l'un des rôles principaux des services de recherche agronomique que d'entreprendre les essais systématiques et les observations méticuleuses qui feront mieux connaître les exigences des variétés et leur comportement. Les chercheurs ont en outre pour objectif la création de variétés nouvelles. Celles-ci devront allier le maximum de qualités à une sensibilité aussi faible que possible aux facteurs limitants du milieu.

Le développement des recherches fruitières que l'on constate actuellement et la mise en place de nombreux essais qu'elles impliquent vont fournir une grande quantité d'observations du plus grand intérêt ; il serait alors souhaitable qu'une coopération internationale s'établisse et s'organise entre instituts de recherches et expérimentateurs ; les connaissances sur le comportement des variétés en fonction du milieu se préciseront plus rapidement, grâce à ce travail en commun, et elles permettront un progrès nouveau dans l'amélioration et le développement de l'arboriculture fruitière.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) CHANDLER, W. H. & BROWN, D. S. Deciduous orchards in California winters. Calif. agric. Ext. Serv. Circ. 179, S.d.
- (2) CHEVALIER, etc. Bases écologiques de la culture du pommier. 81<sup>e</sup> Congrès pomol., Paris, 1950. C.R. : 44-49 (résumé).
- (3) CROSSA-RAYNAUD, P. Effets des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers à feuilles caduques. *Ann. Serv. bot. agron. Tunisie*, 28, 1-22. 1955.
- (4) FLECKINGER, J. Observations récentes sur l'écologie du pommier à cidre. VIII<sup>e</sup> Congrès intern. Botan., Paris, 1954.
- (5) GARDNER, V. R., BRADFORD, F. C. & HOOKER, H. D. The fundamentals of fruit production, McGraw-Hill, 1952 (3<sup>e</sup> éd.).
- (6) GARDNER, V. R., MERRILL, T. A. & TOENJES, W. Fruit setting of the Delicious apple as influenced by certain post-blossoming environmental factors. Michigan agric. Exp. Sta. Special Bull. 358. 1949.
- (7) LAKE, J. V. The effect of microclimatic temperature upon the date of flowering of the apple. *J. hort. Sci.*, 31, 244-257. 1956.
- (8) LU, C. S. & ROBERTS, R. H. Effect of temperature upon the setting of Delicious apples. *Proc. am. Soc. hort. Sci.*, 59, 177-183, 1952.
- (9) MOWRY, J. B. Climatic conditions and attractiveness of apple varieties. Part I. *Fruit var. & hort. Digest*, 14(3), 53-57, 1960.
- (10) PEARCE, S. C. & PRESTON, A. P. Forecasting the time of blossoming in apple trees from temperature records. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1953, 133-137. 1954.
- (11) REMY, P. La pollinisation dans les vergers commerciaux. 88<sup>e</sup> Congrès pomol., Toulouse, 1957. C.R. : 267-273.
- (12) REMY, P. Le choix des variétés de pommiers en fonction du milieu. *Bull. techn. Inform. Ingén. Serv. agric.* (135) : 627-632, 1958.
- (13) SÖRGEL, P. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Verbreitung verschiedener Obstarten und Apfelsorten von ökologischen Faktoren. *Mitt. Klosterneuburg*, VIII B(4) : 214-236. 1958.

## RÉSUMÉ

L'arboriculteur de métier doit choisir ses variétés de pommier en fonction non seulement des conditions économiques du marché, mais encore en tenant compte du milieu où les arbres vont se développer et produire leurs fruits. La connaissance des différentes actions du milieu apparaît donc comme un facteur important de la réussite du verger. Il est cependant bon de ne pas se placer dans des cas limites. Les particularités des relations entre l'eau et le sol, tant au printemps qu'en été peuvent aider à choisir certaines variétés.

Le climat est l'élément du milieu dont l'influence sur le comportement des pommiers est la plus grande. Il peut intervenir par la longueur et la température moyenne de la période de végétation (variant de 150 à 190 jours suivant les régions), par les gelées ou les variations de température au printemps, qui provoquent des chutes de fleurs et de jeunes fruits. Les variétés supportent plus ou moins bien les températures estivales qui agissent sur les phénomènes de maturation des fruits, et sur la qualité commerciale.

Il faut remarquer que ce sont surtout les conditions extrêmes du milieu qui jouent le rôle prédominant dans la réussite ou la faillite d'un verger.

## Leading ecological factors in the selection of apple varieties

### SUMMARY

When selecting apple varieties, the professional fruit grower must not only consider market trends but also the environmental conditions under which his trees will have to grow and produce. A knowledge of the possible influence of the environment thus appears to be an important factor in determining the success of an orchard. It is however desirable not to be placed under extreme conditions. Particulars on the soil-water relationship, in spring and summer, can be of some help in selecting certain varieties.

Climate is the environmental factor which has the greatest influence on the development of apple trees. It affects the duration and the average temperature of the growing period (varying between 150 and 190 days according to localisation), frost and temperature fluctuations in spring, which cause flowers and young fruits to drop. Summer temperatures which influence the ripening processes and the commercial value of the apples, are more or less well tolerated by the different varieties.

It is to be noted that the success or failure of an orchard is mainly governed by extreme environmental conditions.

---

## Ökologisch bestimmende Faktoren bei der Wahl von Apfelbaumsorten

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Berufsobstbaumpflanzer muss seine Apfelsorten nicht nur nach den ökonomischen Marktbedingungen wählen, sondern muss auch mit dem Milieu rechnen, wo die Bäume wachsen und ihre Früchte tragen sollen. Die Kenntnis der verschiedenen Milieu-Einflüsse erscheint somit als ein wichtiger Faktor in dem Gelingen des Obstgartens. Es ist jedoch gut, sich nicht in die Grenzfälle zu verlegen. Die Eigenheiten der Beziehung zwischen Wasser und Boden im Frühling ebenso gut wie im Sommer können dazu beitragen, gewisse Sorten zu wählen.

Das Klima ist der Milieu-Faktor, der den grössten Einfluss auf das Verhalten des Apfelbaumes ausübt. Dieser kann durch die Dauer und die Durchschnittstemperatur während der Vegetationszeit (von 150 bis 190 Tagen je nach der Gegend), durch die Fröste und die Temperaturschwankungen im Frühjahr, die das Abfallen der Blüten und der jungen Früchte bewirken, seinen Einfluss ausüben. Die Sorte vertragen mehr oder weniger gut die Sommertemperaturen, die den Reifevorgang der Früchte und deren Handelsqualität beeinflussen.

Man muss die Bemerkung machen, dass es vor allem die extremen Eigenschaften des Milieus sind, die eine Hauptrolle in dem Gelingen oder dem Misslingen eines Obstgartens spielen.

---

# **Quelques données sur l'étude de la « valeur culturelle » chez le pommier cultivé en forme basse-tige**

par O. LIARD

*Attaché de Recherches, Chef de Travaux au « Comité National pour l'Étude de la Culture  
Fruitière » (I.R.S.I.A.) Gembloux (Belgique)*

## **1 — La valeur culturelle d'un type végétal - définition et buts de son étude -**

Dans le sens le plus général, nous entendons par valeur culturelle d'un type végétal donné, « l'intérêt économique que présente la culture de ce type végétal, compte tenu de son comportement sous l'action combinée des facteurs écologiques et de façons culturales ».

L'étude de la valeur culturelle poursuit donc les buts ci-après :

1) Déterminer l'ensemble des conditions de milieu favorables à la végétation et par là, à la production du type végétal considéré.

2) Rechercher ensuite pour chacun de ces milieux favorables, les façons culturales les plus aptes à donner la meilleure rentabilité.

L'étude de la valeur culturelle d'un type végétal constitue donc un programme complexe si l'on songe aux diverses combinaisons que peuvent donner les composantes d'un milieu ou d'un ensemble de façons culturales.

## **2 — La valeur culturelle chez les arbres fruitiers - la méthodologie appliquée pour entreprendre son étude -**

Si l'étude de la valeur culturelle d'un type végétal constitue déjà un programme complexe dans le cas le plus général, comme nous venons de l'entrevoir, d'autres difficultés s'y ajoutent encore lorsqu'il s'agit de variétés fruitières de culture commerciale.

D'origine absolument artificielle, les variétés fruitières n'ont pas de lieu de croissance spontané. Contrairement aux essences forestières, par exemple, nous n'avons donc à priori aucune connaissance de leur écologie. De plus, généralement greffée sur un sujet porte-greffe, sans compter les cas d'interventions d'un intermédiaire, une même variété fruitière peut avoir, en principe, dans un même milieu, autant de



comportements différents que de types de tiges. Enfin, outre la fumure, les pulvérisations antiparasitaires ou autres façons culturales, les individus fruitiers d'un même type, par la plus ou moins grande perfection de la greffe, la taille annuelle qu'ils subissent généralement, ou encore l'influence d'autres facteurs, n'évoluent pas tous, au cours des années, de la même manière. De ce fait, une culture fruitière, même établie dans des conditions uniformes, tend le plus souvent à présenter une assez forte variabilité dans sa population végétale. (Nous verrons que c'est notamment le cas en ce qui concerne les rendements).

Ajoutons encore que par la grande surface qu'ils occupent, les individus fruitiers se trouvent, sur un type de substrat déterminé, en nombre beaucoup plus réduit que dans le cas d'autres types végétaux. Par le fait de ces répétitions réduites dans un ensemble de conditions uniformes déterminé, la variabilité de la production d'un individu qui, comme nous le verrons, tend à être grande d'une part, sera d'autre part d'une estimation moins précise.

En ce qui concerne la méthode que nous <sup>(1)</sup> avons utilisée pour entreprendre l'étude de la valeur culturale qui s'effectue sur pommier, poirier et prunier, en voici les éléments :

#### a) LA CRÉATION DE PARCELLES D'ARBRES

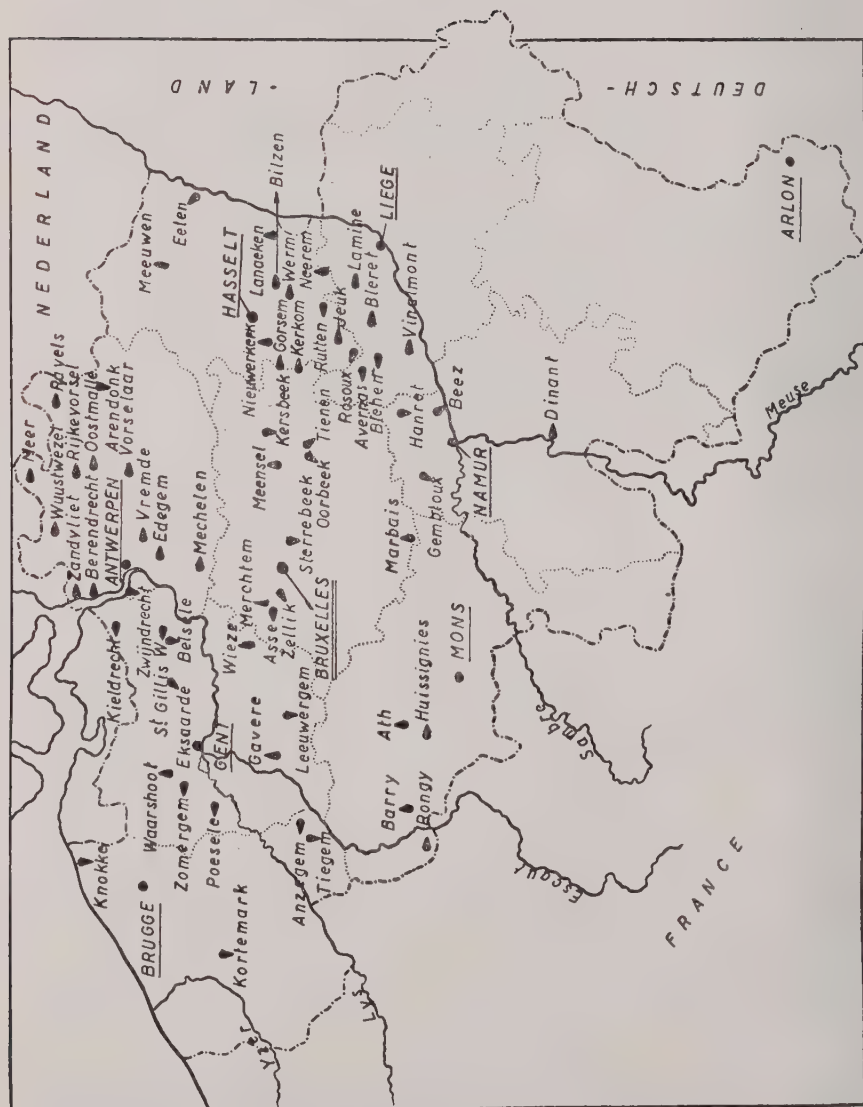
Dans 74 plantations fruitières réparties dans tout le pays, comme le montre la carte 1 ci-contre et considérées parmi les mieux conduites à priori, nous avons d'abord fait procéder à la cartographie des sols du point de vue pédologique, grâce aux soins du « Centre de Cartographie des sols » de l'I.R.S.I.A. La carte 2 ci-contre montre un exemple de plantation cartographiée. Sur les divers types de sol ainsi relevés dans l'ensemble de ces plantations, nous avons ensuite établi des parcelles de 12 arbres constituées de l'une des variétés suivantes :

— *en pommier* : Belle de Boskoop, Cox's Orange Pippin, Golden Delicious, James Grieve, Jonathan, Reinette de France, Reinette de Vieux Waleffes, greffées sur l'un ou l'autre des S.P.G. d'East-Malling : IX-VII-IV-II-I-XIII-XVI.

— *en poirier* : Bon Chrétien Williams, Conférence, Doyenné du Comice, Durondeau, greffées sur Cognassier A.

— en ce qui concerne *le prunier*, l'impossibilité de trouver des vergers expérimentaux permettant de comparer plusieurs variétés commer-

(1) C'est à dire : le « Comité National pour l'Étude de la Culture Fruitière » (I.R.S.I.A.) en collaboration avec la « Station de Recherches de l'État pour l'Amélioration des Plants fruitiers et maraîchers », Grand-Manil.



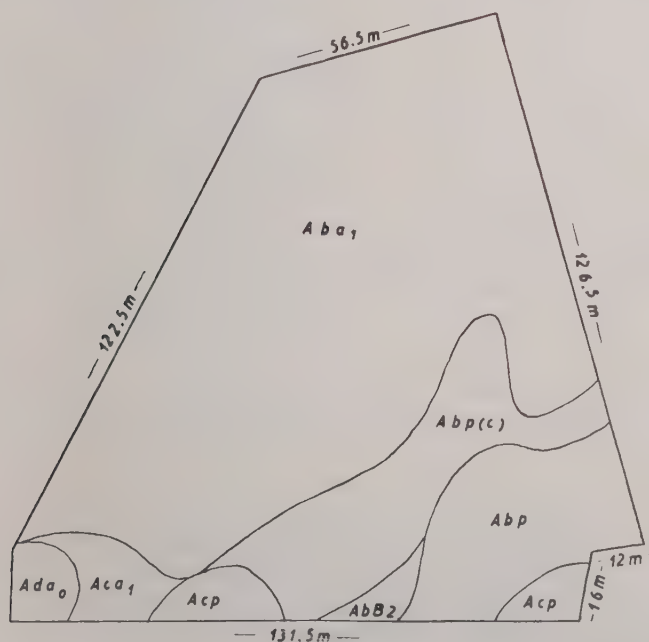
CARTE I — Répartition des plantations fruitières en observation dans le cadre de l'étude de la « valeur culturelle » des pommier, poirier et prunier, en Belgique.

ciales cultivées dans différents sols et sur différents S.P.G., a nécessité la création des deux types de plantations H.T. ci-après, situées sur sols limoneux, sablonneux et sablo-limoneux les plus uniformes possibles dans chacun des cas :

1<sup>er</sup> type de plantation : trois variétés (Reine-Claude d'Althan, Reine-Claude dorée, Monsieur hâtif) greffées chacune sur une tige formée tantôt d'un S.P.G. (Myrobolan de Lesdain ou Brompton), tantôt d'un intermédiaire (Myrobolan de Lesdain, Krazinski, Reine-Claude d'Althan, Quetsche commune, Wagenstätter) greffé sur Brompton.

2<sup>me</sup> type de plantation : sept variétés (Reine-Claude d'Althan, Reine-Claude dorée, Monarch, Bleue de Belgique, Monsieur Jaune, Jefferson et Czar) greffées chacune sur une tige formée soit par Myrobolan B avec Krazinski comme intermédiaire, soit par le Brompton, soit encore par le Myrobolan de Lesdain.

N.B. : Dans chacune des plantations ainsi établies, chaque type d'arbres créé est répété 8 fois.



Echelle 1/1000

CARTE II — Type de carte pédologique d'une plantation fruitière de la région de Bilzen.  
(données du « Centre de Cartographie des sols » de l'I.R.S.I.A.).

Voir la légende des types de sols en annexe de cet exposé (page 1159).

**b) LES OBSERVATIONS EN COURS DANS LES PARCELLES**

Chacun des arbres des parcelles dont nous venons de parler subit annuellement les observations suivantes :

1. Dans le but d'étudier la croissance de l'arbre et le développement de sa couronne, mesure au cours de l'hiver, de la circonférence des troncs ainsi que la hauteur de la flèche et le diamètre de la couronne avant la taille ;

2. au moment de la récolte, estimation du poids des rendements.

**c) L'ÉTUDE DES OBSERVATIONS RECUEILLIES**

Les observations recueillies au cours des années sont destinées à l'analyse biométrique qui vise à grouper, pour chaque variété sur chaque S.P.G., les parcelles pouvant être considérées comme analogues. On s'efforcera ensuite, d'une part, d'établir au sein d'un même groupe, l'ensemble des conditions vis-à-vis desquelles l'analogie des parcelles se sera manifestée. D'autre part, entre les groupes séparés par l'analyse, on essayera de définir les raisons pour lesquelles des différences ont été constatées.

C'est pourquoi au cours de l'établissement des parcelles aussi bien qu'au cours des observations annuelles, il est tenu compte dans la mesure du possible de tous facteurs susceptibles d'influencer la végétation des arbres étudiés. Citons par exemple parmi ces facteurs : l'orientation des parcelles ; les cultures antérieures à la plantation fruitière ; les cultures environnantes ; la pépinière d'origine des arbres ; les distances de plantation ; la fréquence des gelées printanières, des brouillards, de la grêle ; le type de taille ; les fumures ; l'entretien du sol ; le type de couverture ; les traitements antiparasitaires ; autres travaux divers ; etc.

Tous ces renseignements sont destinés à être répertoriés sur cartes mécanographiques qui aideront dans l'avenir à l'interprétation des résultats d'analyse.

**3 — Quelques résultats obtenus dans le cadre  
de l'étude de la valeur culturale  
de la variété de pommier « Cox's Orange Pippin »  
greffée sur M.IX et M.II**

Bien qu'il ne s'agisse que d'un début d'étude, il nous paraît intéressant de présenter divers résultats qui furent obtenus vis-à-vis de la croissance et de la production de la variété « Cox's Orange Pippin ».

## a) QUELQUES RÉSULTATS SUR LA CROISSANCE DU TRONC

L'ensemble des mensurations annuelles du tronc (relevées à 30 cm du point de greffe) recueillies depuis 1951 pour la variété « Cox's Orange Pippin » greffée sur M.IX et M.II dans les diverses plantations en observation dans le pays, ont été soumises à l'analyse biométrique par les soins du Bureau de Biométrie <sup>(1)</sup> de l'I.R.S.I.A. Pour des périodes variant de 4 à 8 ans de la vie des arbres (âge compté à partir de l'écussonnage), cet organisme a pu établir des lignes de croissance du tronc de cette variété pour les deux S.P.G. désignés en étudiant, par la méthode des polynômes orthogonaux, la relation « âge des arbres — circonférence de leur tronc ». Quel que soit l'âge des arbres au moment où la première mensuration fut relevée, cette relation fut admise comme linéaire et les droites de régression furent ajustées aux circonférences moyennes des arbres. Les coefficients de pente de ces droites avec leurs limites fiduciaires 95 % ainsi que la valeur en cm des circonférences moyennes des arbres à l'âge de 8 ans pour le S.P.G. M.IX et 9 ans pour le S.P.G. M.II sont repris dans les tableaux I et II et explicités dans les graphiques I et II ci-après. Comparées entre elles, ces valeurs, comme on le verra, ont amené, suivant le cas, à établir de une à trois classes de croissance.

L'observation de ces tableaux ou graphiques I et II permet de relever certaines remarques intéressantes :

— Dans les tableau ou graphique I-A (âge initial 3, 4 ou 5 ans) on constate que sur les parcelles n° 62 et n° 57 établies toutes deux sur sol pédologiquement identique (type Aba<sub>1</sub>) <sup>(2)</sup>, les arbres, quoique du même âge, accusent une croissance distincte. La même remarque peut être faite pour les plantations n° 53 et n° 10 des tableau ou graphique II-B (à l'âge initial 6, 7 ou 8 ans). Dans ces deux exemples respectifs le facteur éventuel de variation « type de sol » étant éliminé la cause de variation de croissance pourrait être attribuée aux différences soit de climat, soit de mode de culture (c'est-à-dire tous traitements applicables aux arbres ou au sol). On notera cependant déjà que pour les plantations n° 62 (région de Bilzen) et n° 57 (région de Nêrem) des tableaux ou graphique I-A, leur macroclimat peut être regardé sans erreur trop grande comme sensiblement identique. Relativement au climat, on remarquera d'autre part, inversement, dans les tableaux ou graphique I-A (âge initial 3, 4 ou 5 ans) que les plan-

(1) Sous la direction du Professeur L. Martin.

(2) Voir la légende des types pédologiques rencontrés, en annexe de cet exposé, page 1159.



tations n° 51 et n° 16 sont situées dans des régions à macroclimats sensiblement différents (respectivement les régions campinoise d'Arendonk et mosane de Beez). Elles ont accusé des croissances comparables.

— On observera d'autre part, dans les tableau ou graphique I-C (âge initial 10 ans) que trois types pédologiques, situés dans une même plantation (n° 66) c'est-à-dire cultivée par le même personnel, ont accusé une croissance similaire des arbres.

Des croissances comparables peuvent même être relevées sur des sols d'origines géologique différente. C'est le cas par exemple des plantations n° 62 (limon) et n° 51 (sable) des tableau ou graphique I-A (âge initial 3, 4 ou 5 ans) et des plantations n° 35 (sable) et n° 62 (limon) des tableau ou graphique II-A (âge initial 4 ou 5 ans), plantations dans lesquelles, d'ailleurs, la croissance fut de première grandeur.

Si l'on compare encore, par exemple, sur le graphique I, les arbres de la parcelle n° 66c (graphique I-C) sur type pédologique Aba<sub>1</sub> à ceux de la plantation n° 62 (graphique I-A) situés sur le même sol, on constate qu'à l'âge de 10 ans, la différence entre la circonférence moyenne des arbres des deux plantations considérées était significative. La plantation n° 66 accusait à l'âge considéré, 14,5 cm de circonférence contre une valeur supérieure à 22,8 cm (circonférence moyenne à l'âge de 9 ans) pour la plantation n° 62. La même remarque est valable également pour les arbres situés sur le type de sol Abp (c) de la plantation n° 66a (graphique I-C) et de la plantation n° 58 (graphique I-A). Dans la première parcelle la circonférence moyenne des arbres à 10 ans était de 19,9 cm alors qu'au même âge les arbres de la deuxième parcelle accuseront une valeur supérieure à 24,4 cm (déjà atteinte à l'âge de 9 ans).

Enfin, on peut encore faire remarquer, en comparant les tableaux I et II entre eux, que les plantations qui contiennent la variété étudiée, greffée aussi bien sur l'un ou l'autre S.P.G., montrent un croisance des arbres classée dans un ordre similaire. C'est le cas notamment des plantations n° 62 et 48 pour l'âge initial 3, 4 ou 5 ans (tableaux I-A et II-A), ainsi que les n° 41 et 53 pour l'âge initial 6, 7 ou 8 ans (tableaux I-B et II-B). Dans ces plantations, quel que soit le S.P.G., la croissance est de première grandeur. De même la plantation n° 56 pour l'âge initial 6, 7, ou 8 ans, montre une croissance de deuxième grandeur aussi bien pour la variété greffée sur M.IX que sur M.II (tableaux I-B et II-B).

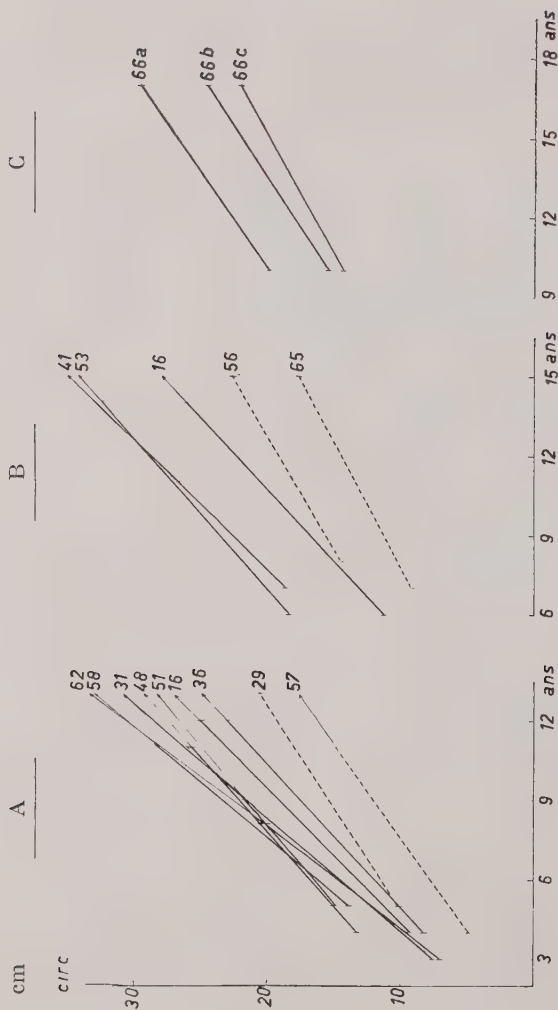
| N° plantations,<br>régions et types<br>pédologiques | Pentes (b) des droites<br>de régression et leurs<br>limites fiduciaires<br>95% | Age des arbres<br>à la première<br>et à la dernière<br>mensuration | Circonférence<br>moyenne en cm<br>( $\bar{Y}$ ) pour<br>$x = 8$ ans |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| A. Age initial : 3-4 ou 5 ans                       |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 1 <sup>e</sup> classe de croissance                 |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 62 Bilzen-Ab <sub>1</sub>                           | 2.64 (2.92 - 2.36)                                                             | 3 et 8 ans                                                         | 20.12                                                               |
| 58 Velm-Abp (c)                                     | 2.39 (3.01 - 1.77)                                                             | 5 et 11 ans                                                        | 21.14                                                               |
| 31 St. Gillis W.-Scp.                               | 2.34 (2.71 - 1.97)                                                             | 3 et 10 ans                                                        | 19.28                                                               |
| 16 Beez-AbB                                         | 1.99 (2.24 - 1.74)                                                             | 4 et 12 ans                                                        | 17.21                                                               |
| 36 Eelen-Lbm                                        | 1.85 (2.11 - 1.59)                                                             | 4 et 12 ans                                                        | 15.67                                                               |
| 48 Kersbeek-Lba                                     | 1.81 (2.08 - 1.54)                                                             | 4 et 11 ans                                                        | 20.47                                                               |
| 51 Aendonk-ZDp                                      | 1.77 (2.45-1.09)                                                               | 5 et 9 ans                                                         | 20.16                                                               |
| 2 <sup>e</sup> classe de croissance                 |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 57 Neerem-Ab <sub>1</sub>                           | 1.44 (1.68 - 1.20)                                                             | 4 et 11 ans                                                        | 10.56                                                               |
| 29 Tiegem-Lda                                       | 1.31 (1.55 - 1.07)                                                             | 5 et 13 ans                                                        | 14.09                                                               |
| B. Age initial : 6-7 ou 8 ans                       |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 1 <sup>e</sup> classe de croissance                 |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 41 Zellik-Ada                                       | 2.04 (2.34 - 1.74)                                                             | 7 et 11 ans                                                        | 20.80                                                               |
| 16 Beez-GbBk <sub>2</sub>                           | 1.88 (2.09 - 1.67)                                                             | 6 et 14 ans                                                        | 15.00                                                               |
| 53 Sterrebeek-Ab <sub>1</sub>                       | 1.78 (2.09 - 1.47)                                                             | 6 et 14 ans                                                        | 22.10                                                               |
| 2 <sup>e</sup> classe de croissance                 |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 56 Nieuwerkerken-Pdc                                | 1.16 (1.33 - 0.99)                                                             | 8 et 15 ans                                                        | 14.60                                                               |
| 65 Hannut-Ab <sub>1</sub>                           | 1.06 (1.29 - 0.83)                                                             | 7 et 15 ans                                                        | 10.30                                                               |
| C. Age initial : 10 ans                             |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| Une classe de croissance                            |                                                                                |                                                                    |                                                                     |
| 66a Jeuk-Abp (c)                                    | 1.38 (1.59 - 1.17)                                                             | 10 et 17 ans                                                       | 17.30                                                               |
| 66b Jeuk-Acp <sub>1</sub>                           | 1.31 (1.54 - 1.08)                                                             | 10 et 17 ans                                                       | 12.90                                                               |
| 66c Jeuk-Ab <sub>1</sub>                            | 1.11 (1.41 - 0.81)                                                             | 10 et 17 ans                                                       | 12.20                                                               |

TABLEAU I

D'après les données du « Bureau de Biométrie » (I.R.S.I.A.) : pentes des droites de régression ajustées aux circonférences moyennes des arbres de la variété « Cox's Orange Pippin M.IX », pour les parcelles d'un âge initial, c'est-à-dire au moment où les mensurations ont débuté : soit de 3, 4 ou 5 ans (A), soit de 6, 7 ou 8 ans (B), soit de 10 ans (C).

Voir graphique I.

Voir la légende des types pédologiques en annexe de cet exposé, page 1159.



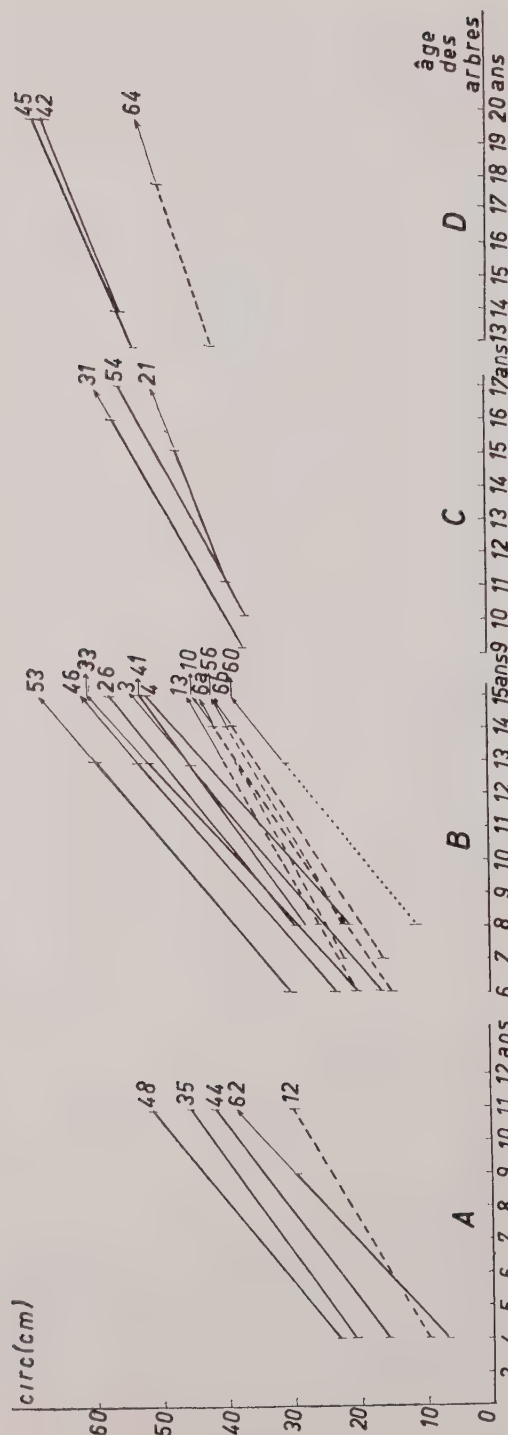
GRAPHIQUE I

D'après le « Bureau de Biométrie » (I.R.S.I.A.) : Droites de régression ajustées aux circonférences moyennes des arbres de la variété de pommier « Cox's Orange Pippin M.IX » pour des plantations âgées de 3, 4 ou 5 ans (A) ; 6, 7 ou 8 ans (B) ; 10 ans (C) au moment où les mensurations ont débuté (voir tableau I ci-dessus). Les chiffres contigus aux droites de régression dans le graphique indiquent le n° des plantations, pour chaque groupe d'âge initial. La classe I d'accroissement des arbres est représentée en traits pleins et la classe II en tirets.

| N° plantation,<br>régions et types<br>pédologiques | Pentes (b) des droites<br>de régression et leurs<br>limites fiduciaires<br>95% | Age des arbres<br>à la première<br>et à la dernière<br>mensuration | Circonférence<br>moyenne en cm.<br>( $\hat{Y}$ ) pour<br>$x = 9$ ans |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| A. Age initial : 4 ou 5 ans                        |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 1 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 48 Kersbeek-Lba                                    | 4.04 (4.50 - 3.58)                                                             | 4 et 11 ans                                                        | 43.6                                                                 |
| 35 Oostmalle-uSDm                                  | 3.53 (3.90 - 3.16)                                                             | 4 et 11 ans                                                        | 38.8                                                                 |
| 44 Kortemark-Sdp                                   | 3.74 (4.58 - 3.40)                                                             | 4 et 11 ans                                                        | 34.8                                                                 |
| 62 Bilzen-Aba <sub>1</sub>                         | 4.54 (4.94 - 4.14)                                                             | 4 et 9 ans                                                         | 29.9                                                                 |
| 2 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 12 Eksaarde-Zcp                                    | 2.99 (3.33 - 2.65)                                                             | 4 et 11 ans                                                        | 24.4                                                                 |
| B. Age initial : 6, 7 ou 8 ans                     |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 1 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 53 Sterrebeek-Aba <sub>1</sub>                     | 4.25 (4.50 - 4.00)                                                             | 6 et 13 ans                                                        | 43.0                                                                 |
| 46 Vremde-Pdc                                      | 4.27 (4.62 - 3.92)                                                             | 6 et 13 ans                                                        | 36.4                                                                 |
| 33 Bilzen-Abp (c)                                  | 4.67 (5.05 - 4.29)                                                             | 6 et 13 ans                                                        | 33.9                                                                 |
| 26 Gembloux-Aba <sub>1</sub>                       | 4.05 (4.30 - 3.80)                                                             | 8 et 15 ans                                                        | 33.5                                                                 |
| 3 Waremme-Abp (c)                                  | 4.23 (5.05 - 3.41)                                                             | 6 et 13 ans                                                        | 29.4                                                                 |
| 41 Zellik-Ada                                      | 3.60 (3.85 - 3.35)                                                             | 8 et 15 ans                                                        | 31.3                                                                 |
| 4 Dinant-AbB                                       | 4.44 (5.21 - 3.67)                                                             | 8 et 15 ans                                                        | 25.9                                                                 |
| 2 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 13 Rongy-(w)LDa                                    | 2.96 (3.33 - 2.59)                                                             | 6 et 13 ans                                                        | 28.7                                                                 |
| 10 Hannut-Aba <sub>1</sub>                         | 2.78 (3.28 - 2.22)                                                             | 6 et 13 ans                                                        | 27.4                                                                 |
| 6a Wieze-Sbpy                                      | 3.31 (2.56 - 3.06)                                                             | 7 et 13 ans                                                        | 24.9                                                                 |
| 56 Nieuwerkerke-Pdc                                | 2.95 (3.42 - 2.48)                                                             | 8 et 14 ans                                                        | 24.8                                                                 |
| 6b Wieze-Scp                                       | 3.25 (3.54 - 2.96)                                                             | 7 et 14 ans                                                        | 22.5                                                                 |
| 3 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 60 Meeuwen-wScp                                    | 4.10 (4.62 - 3.58)                                                             | 8 et 13 ans                                                        | 15.0                                                                 |
| C. Age initial : 9, 10 ou 11 ans                   |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| Une classe de croissance                           |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 31 St. Gillis W-Scp                                | 2.90 (3.20 - 2.60)                                                             | 9 et 16 ans                                                        | 36.8                                                                 |
| 54 Kieldrecht-wEDp                                 | 2.76 (3.05 - 2.47)                                                             | 10 et 17 ans                                                       | 33.8                                                                 |
| 21 Vorselaar-Z a a                                 | 2.00 (2.81 - 1.19)                                                             | 11 et 15 ans                                                       | 35.6                                                                 |
| D. Age initial : 13 ou 14 ans                      |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 1 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 45 Zomergem-Sdp                                    | 2.12 (2.47 - 1.77)                                                             | 13 et 20 ans                                                       | 45.5                                                                 |
| 42 Merchtem-Ldaz                                   | 1.96 (2.61 - 1.37)                                                             | 14 et 20 ans                                                       | 46.0                                                                 |
| 2 <sup>e</sup> classe de croissance                |                                                                                |                                                                    |                                                                      |
| 64 Malines-spdaz                                   | 1.63 (2.61 - 1.08)                                                             | 13 et 18 ans                                                       | 35.5                                                                 |

TABLEAU II

D'après les données du « Bureau de Biométrie » (I.R.S.I.A.) : pentes des droites de régression ajustées aux circonférences moyennes des arbres de la variété « Cox's Orange Pippin M.II » pour les parcelles d'un âge initial, c'est-à-dire au moment où les mensurations ont débuté soit de 4 ou 5 ans (A), soit de 6, 7 ou 8 ans (B), soit de 9, 10 ou 11 ans (C), soit de 13 ou 14 ans (D). Voir graphique II. Voir la légende des types pédologiques en annexe de cet exposé, page 1159.



GRAPHIQUE II

D'après le « Bureau de Biométrie » (I.R.S.I.A.) : droites de régression ajustées aux circonférences moyennes des arbres de la variété de pommier « Cox's Orange Pippin M.II » pour des plantations âgées de 4 ans (A), 6, 7 ou 8 ans (B), 9, 10 ou 11 ans (C), 13 ou 14 ans (D) au moment où les mensurations ont débuté (voir tableau II ci-dessus). Les chiffres contigus aux droites de régression dans le graphique indiquent le n° des plantations. Pour chaque groupe d'âge initial, la classe I d'accroissement des arbres est représentée en traits pleins, la classe II en tirets et la classe III en pointillés.



En résumé, on a pu constater que :

1° des arbres d'une même plantation, situés sur des types pédologiques différents, peuvent accuser des croissances analogues.

2° des arbres de même âge, situés sur des sols d'origine géologique différente (sable ou limon) et en climats différents (type campinois ou type mosan) peuvent également accuser des croissances non seulement analogues mais aussi de première grandeur.

3° sur des mêmes types de sol, des arbres de même âge, situés dans des régions à macroclimats sensiblement identiques, mais traités par un personnel différent, peuvent accuser des croissances significativement distinctes.

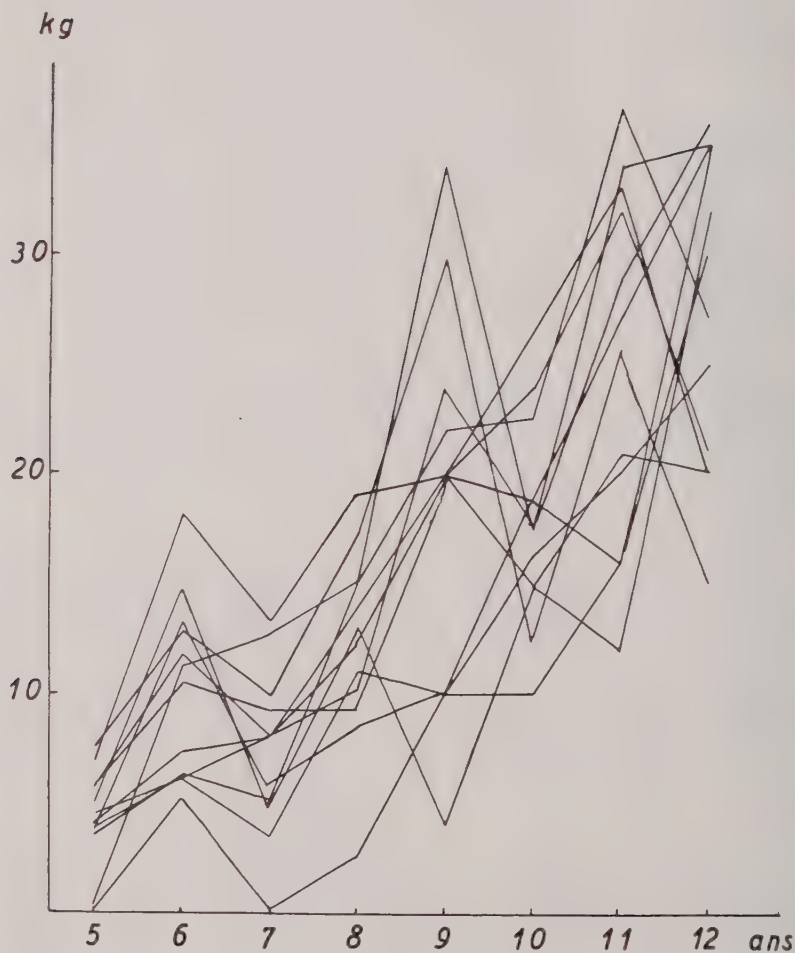
A la lueur de ces arguments, il semblerait donc que les façons culturales jouent un rôle essentiel (voire principal), dans certains cas tout au moins, sur la croissance du tronc de la variété étudiée.

#### b) QUELQUES RÉSULTATS SUR LA PRODUCTION

En ce qui concerne la production de la variété « Cox's Orange Pippin », nous ne pouvons donner actuellement que très peu de renseignements recueillis sur des arbres greffés sur M.IX.

Comme pour les données relatives à la croissance, les observations recueillies annuellement depuis 1951 ont été soumises, par les soins du Bureau de Biométrie (I.R.S.I.A.), à une analyse dont le but était d'étudier la régression du rendement des arbres en fonction de leur âge.

De ce premier examen, il est ressorti que sur un même substrat pédologique d'une plantation, le comportement d'arbres, même voisins, est le plus souvent extrêmement variable au cours du temps, comme le montre, à titre d'exemple, le graphique III ci-contre. Ce graphique, exprime en fonction de leur âge pour la période s'étendant entre la 5<sup>e</sup> et la 12<sup>e</sup> année de leur vie, la régression du rendement de 12 arbres situés sur type de sol uniforme. On constate que les arbres étudiés ne suivent pas une courbe de production de même allure moyenne. La variabilité de ces arbres, explicitée dans ce graphique, apparaît d'autant mieux dans le tableau III ci-après, qui donne, par arbre, la somme des carrés des composantes de la régression (jusqu'au 5<sup>e</sup> degré) exprimées en % de la somme des carrés totale.



GRAPHIQUE III

D'après le « Bureau de Biométrie » de l'I.R.S.I.A. : Types de régression, en fonction de leur âge (de 5 à 12 ans), des rendements de 12 arbres (Cox's Orange Pippin M. IX) situés sur sol uniforme dénommé par le « Centre de Cartographie des sols » de l'I.R.S.I.A. : « limoneux à horizon B textural ou à horizon structural » (sol AbB dans la région de Beez-Namur).

| Arbre<br>N° | Somme des carrés |             |         |                      |                      | Résidu |
|-------------|------------------|-------------|---------|----------------------|----------------------|--------|
|             | Linéaire         | Quadratique | Cubique | 4 <sup>e</sup> degré | 5 <sup>e</sup> degré |        |
| 1           | 76.3             | 0.9         | 1.7     | 1.0                  | 1.8                  | 18.3   |
| 2           | 82.0             | 4.7         | 0.1     | 1.1                  | 0.2                  | 11.9   |
| 3           | 47.0             | 10.3        | 9.4     | 3.1                  | 1.5                  | 28.7   |
| 4           | 26.8             | 15.4        | 4.5     | 0.0                  | 0.0                  | 53.3   |
| 5           | 39.9             | 20.5        | 16.3    | 0.0                  | 6.6                  | 16.7   |
| 6           | 67.8             | 11.9        | 4.2     | 0.8                  | 12.1                 | 3.2    |
| 7           | 90.2             | 5.5         | 0.1     | 0.0                  | 0.1                  | 4.1    |
| 8           | 94.4             | 2.7         | 0.1     | 1.0                  | 0.0                  | 1.8    |
| 9           | 71.9             | 19.0        | 4.0     | 0.5                  | 3.6                  | 1.0    |
| 10          | 80.4             | 1.6         | 11.2    | 4.8                  | 0.3                  | 1.7    |
| 11          | 85.0             | 0.1         | 6.6     | 1.6                  | 3.2                  | 3.5    |
| 12          | 68.8             | 0.8         | 15.8    | 13.2                 | 0.1                  | 1.3    |

TABLEAU III

Cependant, malgré cette individualité le plus souvent très marquée, quant à leur rendement, chez les arbres d'un même substrat pédologique dans un verger, le Bureau de Biométrie a tenté diverses analyses de la variance, par groupe de vergers récoltés pendant une même période. Ces analyses ont porté sur le rendement moyen par arbre et par année pendant les périodes envisagées. Le tableau IV ci-après en résume les résultats. L'examen de ce tableau permet de relever diverses constatations :

1° Des groupes d'arbres ayant eu une croissance analogue n'ont pas toujours produit en moyenne par année des rendements comparables. C'est le cas des plantations : 48-16-36 pour la période de 5 à 12 ans ; 58-31-51 pour la période de 6 à 10 ans ; 53-16-41 pour la période de 9 à 12 ans ; des 3 parcelles différentes de la plantation n° 66 pour la période de 11 à 17 ans.

2° Inversement, des groupes d'arbres ayant eu une croissance différente ont produit dans certains cas, en moyenne par année, des rendements comparables. C'est le cas des plantations 51-29 pour la période de 6 à 10 ans ; des plantations 56-16 et 41-65 pour la période de 9 à 12 ans.

3° Des groupes d'arbres ayant eu une croissance de première valeur ont produit tantôt le meilleur rendement moyen par année parmi ceux observés (cf. les plantations 58-31 pour la période de 6 à 10 ans ainsi que la plantation 53 pour la période de 9 à 12 ans), tantôt le rendement

| N° plantations,<br>régions et types<br>pédologiques | Rendements moyens kg<br>par arbre pour une<br>période | Rappel de la classe<br>de croissance du tronc<br>(voir tableau I) |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1° de 5 à 12 ans                                    |                                                       |                                                                   |
| 48 Kersbeek-Lba                                     | 18.03 )                                               | } 1 <sup>e</sup> classe                                           |
| 16 Beez-AbB                                         | 14.91 }                                               |                                                                   |
| 36 Eelen-Lbm                                        | 14.11 }                                               |                                                                   |
| 2° de 6 à 10 ans                                    |                                                       |                                                                   |
| 58 Velm-Abp (c)                                     | 20.42 )                                               | } 1 <sup>e</sup> classe                                           |
| 31 St. Gillis W-Scp                                 | 18.00 )                                               |                                                                   |
| 51 Arendonk-ZDp                                     | 11.59 }                                               |                                                                   |
| 29 Tiegem-LDa                                       | 10.77 {                                               | } 2 <sup>e</sup> classe                                           |
| 3° de 9 à 12 ans                                    |                                                       |                                                                   |
| 53 Sterrebeek-Aba <sub>1</sub>                      | 20.16 )                                               | } 1 <sup>e</sup> classe                                           |
| 56 Nieuwerkerken-Pdc                                | 18.51 }                                               | } 2 <sup>e</sup> classe                                           |
| 16 Beez-GbBk <sub>2</sub>                           | 18.38 }                                               | } 1 <sup>e</sup> classe                                           |
| 41 Zellik-Ada                                       | 12.52 }                                               |                                                                   |
| 65 Hannut-Aba <sub>1</sub>                          | 11.59 }                                               | } 2 <sup>e</sup> classe                                           |
| 4° de 11 à 17 ans                                   |                                                       |                                                                   |
| 66 Jeuk-Abp (c)                                     | 24.18 )                                               | } 1 <sup>e</sup> classe                                           |
| — id.-Acp <sub>1</sub>                              | 16.15 }                                               |                                                                   |
| — id.-Aba <sub>1</sub>                              | 15.21 }                                               |                                                                   |

TABLEAU IV

Rendements moyens par année et par arbre de la variété de pommier « Cox's Orange Pippin M.IX » située dans diverses plantations. Les rendements qui n'appartiennent pas à une même accolade sont significativement distincts (seuil 0,01).

parmi les moins bons (cf. plantations 51 pour la période 6-10 ans et la plantation 14 pour la période de 9 à 12 ans).

4° Des groupes d'arbres situés sur un même substrat pédologique peuvent ne pas accuser des rendements moyens par années comparables. C'est le cas des plantations 53 et 65 pour la période de 9 à 12 ans, situées sur sol Aba<sub>1</sub>.

5° Des groupes d'arbres d'une même plantation mais situés sur des types pédologiques différents peuvent accuser des rendements moyens par année différents (cf. pour la période de 11 à 17 ans, la parcelle établie sur sol Abp (c) dans la plantation 66, comparativement aux deux autres parcelles sur Acp<sub>1</sub> et Aba<sub>1</sub> dans la même plantation.

En conclusion, les trois premières constatations que nous venons de voir, tendent à montrer que la croissance du tronc au cours d'une période donnée, n'est pas, dans certains cas, nécessairement déterminante de la production moyenne annuelle pendant cette même période. D'autre part, à la lueur de la 5<sup>e</sup> constatation, il semblerait que la production d'arbres à priori traités de la même manière et situés dans un climat identique soit plus sensible que la croissance de leur tronc à certaines variations pédologiques du sol.

## ANNEXE

### Types pédologiques rencontrés dans l'exposé ci-avant

(Données du « Centre de cartographie des sols » de l'I.R.S.I.A.) <sup>(1)</sup>.

- Aba<sub>1</sub> — Sols limoneux à horizon B textural, phase à horizon A mince.
- AbB — Sols limoneux à horizon B textural ou à horizon B structural.
- AbB<sub>2</sub> — Sols limoneux à horizon B textural ou à horizon B structural, phase peu profonde.
- Abp — Sols sec sur limon.
- Abp (c) — Sols sur limon, phase à horizon B textural enfoui à faible profondeur.
- Aca<sub>1</sub> — Sols limoneux faiblement gleyifiés à horizon B textural, phase à horizon A mince.
- Acp<sub>1</sub> — Sols faiblement gleyifiés sur limon, phase à horizon B textural enfoui à profondeur moyenne.
- Ada — Sols limoneux modérément gleyifiés à horizon B textural.
- Ada<sub>0</sub> — Sols limoneux modérément gleyifiés.
- wEDp — Sols faiblement ou modérément gleyifiés sur argile ; substrat argilo-sableux à faible profondeur.
- GbBk<sub>2</sub> — Sols limoneux à charge calcareuse, à horizon B textural ou à horizon B structural, phase peu profonde.
- Lba — Sols sablo-limoneux à horizon B textural.
- Lbm — Sols sablo-limoneux secs à horizon A humifère anthropogène épais.
- Lda — Sols sablo-limoneux modérément gleyifiés, à horizon B textural.
- (w) LDa — Sols sablo-limoneux faiblement ou modérément gleyifiés, à horizon B textural, substrat argilo-sableux à profondeur moyenne.
- Ldaz — Sols sablo-limoneux modérément gleyifiés à horizon B textural devenant plus légers en profondeur.
- Pdc — Sols sablo-limoneux légers, modérément gleyifiés à horizon B textural fortement tacheté.
- Sbpy — Sols secs sur sable limoneux, devenant plus lourds en profondeur.
- Scp — Sols modérément secs sur sable limoneux.

(1) Sous la direction du Professeur R. TAVERNIER (Université de Gand).



- uSDm — Sols limono-sableux faiblement ou modérément humides à horizon A humifère anthropogène épais, substrat argileux à faible profondeur.
- Sdp — Sols modérément humides sur sable limoneux.
- wScp — Sols humides sur sable limoneux, substrat argilo-sableux à faible profondeur.
- S-Pdaz — Complexe de sols limono-sableux et sablo-limoneux légers, modérément gleyifiés, à horizon B textural, devenant plus légers en profondeur.
- Zaa — Sols sableux très secs à horizon B textural.
- Zcp — Sols modérément secs sur sable.
- ZDp — Sols sablo-limoneux à horizon B textural.

## RÉSUMÉ

Par valeur culturale d'une espèce ou variété fruitière, il faut entendre « l'intérêt économique que présente la culture de cette espèce ou variété, compte tenu de son comportement sous l'action combinée de divers facteurs : sol, climat, sujet porte-greffe, façons culturales ».

La valeur culturale, outre les facteurs écologiques, introduit donc la notion complémentaire de la rentabilité.

L'étude de la valeur culturale entreprise en Belgique par le « Comité National pour l'Étude de la Culture fruitière (I.R.S.I.A.) » a porté jusqu'à présent sur des observations relatives à la croissance et la production de diverses variétés des espèces poirier, pommier et prunier, disséminées dans quelque 75 plantations du pays.

Actuellement, l'interprétation des données a été la plus poussée vis à vis de la variété Cox's Orange Pippin M. IX et M. II. Différents groupes de croissance du tronc ont pu être constatés. Dans de nombreux cas, les différences entre les groupes ne semblent pas devoir être attribuées aux facteurs pédologique ou macroclimatique.

Quant à la production de cette variété, greffée sur M. IX, en fonction des conditions de culture, l'étude tend à montrer qu'elle n'est pas nécessairement liée à son groupe de croissance du tronc.

## Some considerations on the study of the cultural value of dwarf apple-trees

### SUMMARY

Cultural value of a species or variety of fruit tree means « the economic interest offered by the cultivation of that species or variety, taking into consideration its comportement under the combined action of various factors : soil, climate, root-stock, cultural operations ».

In addition to the ecological factors, cultural value introduces the complementary concept of profit.

Till now, the study of cultural value conducted in Belgium by the National Committee for the Study of Fruit Cultivation (I.R.S.I.A.) has involved ob-

servations on the growth and production of different varieties of the species of pear trees, apple-trees and plum-trees, scattered in some 75 plantations in this country.

For the present, the interpretation of data was carried more deeply for the variety Cox's Orange Pippin on M. IX and M. II. It has been possible to establish different groups of stemgrowth. In numerous cases, soil and macroclimatic factors do not seem responsible for the differences between the groups.

As to the production of that variety, grafted on M. IX, as dependent on cultivation conditions, the study seems to show that it is not necessarily depending on the groups of stemgrowth.

---

### **Einige Angaben über das Studium des Anbauwertes des niederstämmigen Apfelbaumes**

#### **ZUSAMMENFASSUNG.**

Unter Kultivierungswert einer Obstart- oder Sorte muss man folgendes verstehen: « Welches wirtschaftliche Interesse hat die Kultivierung dieser Art oder Sorte unter Berücksichtigung ihres Verhaltens gegenüber der kombinierten Wirkung verschiedener Faktoren: Boden, Klima, Pfropfung, Kultivierungsformen ».

Der Kultivierungswert führt also, ausser den ökologischen Faktoren, den zusätzlichen Begriff der Rentabilität ein.

Die Untersuchung des Kultivierungswertes in Belgien durch das « Nationalkomité zum Studium der Obstkultivierung » (I.R.S.I.A.) hat sich bisher auf Beobachtungen bezüglich des Wachstums und des Ertrages verschiedener Sorten von Pflaumen, Birnen und Äpfeln bezogen, die in etwa 75 Pflanzungen des Landes zerstreut sind.

Zur Zeit ist die Auswertung der Ergebnisse bei der Sorte Cox's Orange Pippin M. IX und M. II am weitesten fortgeschritten. Verschiedene Wachstumsgruppen konnten festgestellt werden. In vielen Fällen scheinen die Unterschiedlichkeiten bei den Gruppen nicht auf Boden- oder makroklimatische Faktoren zu beruhen.

Bezüglich des Ertrages dieser Sorte auf M. IX, unter den verschiedenen Kultivierungsbedingungen scheinen die Versuche darauf zu weisen dass der Ertrag nicht notwendigerweise von den Wachstumsgruppen des Stammes abhängt.

---

## Current research on the problem of Bitter Pit of apples

by Gerhard BÜNEMANN

*Representative of Michigan State University*

In the North American apple growing centers as well as in Europe and on the Southern Hemisphere the problem of a physiological disorder in apples, called «Bitter Pit», has aroused the attention of numerous research workers. Yet, to this date no answer has been given as to the cause or to the remedy.

It is the purpose of this paper to describe some of the work carried out at Michigan State University and by alumni of Michigan State University, as well as by fellow research workers. This short presentation may reveal some of the problems of this type of research and some of the philosophy applied in tackling such a problem.

The first approach is the *survey method* which is generally planned to clarify, at least tentatively, the causal factor of the trouble. Usually, however, not one single factor is found, but several factors acting together or antagonizing each other in a system of physiological balance or unbalance, respectively.

The second approach is the *field experiment* in which trees are grown for many years under certain different conditions, produced mainly by different fertilizer, irrigation, and spraying treatments. This method is more exacting than the former one, but considerably slower in yielding results.

The third approach is the *cultivation* of apple trees in containers. So far, mainly young plants are concerned in such experiments, but the Institute of Pomology at Sarstedt/Hannover, Germany, has initiated a long term quartz sand cultivation of apple trees grown under conditions of different potassium, calcium, and magnesium supplies. We are expecting the first fruits this fall. The method has the peculiarity that it is not carried out in soil substrate but in quartz sand, thus excluding any soil physical influences and limiting the scope of the research problem to the effect of the three main cation nutrients.

In 1941, a Memoir was published by Smock of Cornell University which is based not only on surveys but also on field experiments and on microscopic observations. One point was particularly stressed by Smock: the necessity of comparing only trees of comparable crop size. Also, it was pointed out that the storage was only a negligible factor in the development of bitter pit. Observations on the osmotic concentrations of pitted fruits led to the conclusion that water relationships

play a major role in the origination of bitter pit. Defoliation of limbs was the only means to reduce bitter pit incidence in the orchard. A «competitive pulling power» of the leaves was taken as one of the main causes of the disorder.

Many years later, in 1956, two workers in Connecticut published a bulletin pointing out the role the three main cations K, Ca, Mg played in the origin of bitter pit. In many instances, the authors were able to reduce bitter pit in the Baldwin apple by spraying with a calcium nitrate solution. Analyses of fruits, expressed on dry weight basis showed that the P, K, Mg, and B contents were greatly increased in the affected parts, whereas Ca remained practically on the same level. All evidence seemed to point to the fact that calcium is one of the most important factors in the prevention of bitter pit. Experimental sprays seemed to substantiate these findings.

The ideas of SMOCK (1941) were elaborated in a paper of two German workers (HILKENBÄUMER and REINKEN, 1959) who describe a post harvest survey in 1958. In summary of this paper the excessive moisture in 1958 is considered the main factor of the trouble in that year. The authors warn against an excessive dosis of nitrogen (any fertilization over 150 kg/ha). On the other hand, the considerable amount of bitter pit occurring in the extremely dry season of 1959 has not yet been explained by these authors.

At Michigan State University two concepts were worked on, viz. the nitrogen supply of the fruit and the mineral nutrient supply. Analyses showed that on the basis of dry weight the nitrogen content in the pits was higher than in the healthy tissue of the same fruit or in healthy fruits. Expressing the same relations on the basis of the AIS (alcohol insoluble substance), however, no significant differences were found (Otto BÜNEMANN, 1960).

A field experiment in various Michigan orchards was carried out by OBERLY (1959); no significant differences were found due to various spray treatments with solutions containing the elements calcium and boron. However, highly significant differences were observed between orchards. Numerous correlation coefficients were calculated, and in very simplified terms the following general results were worked out:

TABLE 1

## Factors increasing or decreasing bitter pit

|                |   |          |
|----------------|---|----------|
| Big size       | — | more pit |
| High N (fruit) | — | » »      |
| High P »       | — | » »      |
| High K »       | — | » »      |
| High Ca »      | — | less pit |
| High Mn »      | — | » »      |

It is feared that the widespread use of potassium and nitrogen fertilizers in contrast to inadequate liming (Ca) may be responsible for much of the bitter pit troubles of recent years in Michigan.

Working in close cooperation with my teachers and research fellows of Michigan State University and other institutions I have started a modest project to explain some of the relationships between cultural practices and bitter pit, which I also want to describe briefly.

The first step was a differential tissue analysis of

affected tissue

healthy tissue of affected fruits

and tissue of completely sound fruits.

The results showed that the ash weight of the pits was more than 50 % higher than that of any of the two types of sound tissue. This gave me the idea to study the nutrient element balance of the fruits on the basis of the ash weight rather than on the usual dry weight basis. While on the dry weight basis all investigated nutrient contents of the pits were increased, on the ash weight basis the following relationships were found :

TABLE II

**Cation content in affected parts (pits), healthy tissue of affected fruits and in healthy fruits, expressed in percent of ash weight.**

|                  | K    | Ca    | Mg    |
|------------------|------|-------|-------|
| affected parts   | 32 % | 1,2 % | 3,5 % |
| healthy parts of |      |       |       |
| affected fruits  | 34 % | 1,0 % | 1,9 % |
| sound fruits     | 35 % | 1,8 % | 1,9 % |

This indicated that magnesium had accumulated in the pits in relation to calcium and potassium. On the other hand the interpretation is offered that calcium « makes the fruit resistant » to bitter pit. This is being tested this summer by spraying calcium on trees of a very susceptible variety in an orchard near Hannover.

Similar nutritional studies have been carried out by ASKEW (1960) in New Zealand. His results generally agree very closely with those presented here.

To learn more about the relationships of mineral nutrients to fruit quality factors we have formed a team at Hannover, Germany, trying to evaluate nutrient effects not only up to harvest (i.e. quantity of yield), but specifically after harvest, — and this is the part of the post harvest physiologist.



Of what nature is the effect of one or other nutrient element? More important yet: what are the interactions between different elements on fruit quality factors? What are the mechanisms of action of mineral nutrient elements, especially some of the major cations as well as chloride and sulfate anions upon the organic constitution?

I wish I could give you all a report on the solution of these and many other problems at the 150th anniversary of your institution. I have unwrapped a small package of ideas, philosophies, and findings for you and I wish some of it was of general interest.

---

### LITERATURE

- ASKEW, H. O. *et al.* (1960). *N.Z. J. agric. Res.*, 3, 141-168; 3, 169-178.  
 BÜNEMANN, Gerhard. (1959). *Gartenbauwiss.*, 24, 330-333.  
 BÜNEMANN, Otto, (1960). *Zschr. Pfl. ern., Dg.*, Bdkde. 89, 188-191.  
 GARMAN, P. and MATHIS, W. T. (1956). *Conn. Agr. Exp. Sta.*, Bul. 601.  
 HILKENBÄUMER, F. and REINKEN, G. (1959). *Erwerbsobstbau*, 1, 47-50 and 67-70.  
 OBERLY, G. H. (1959). Ph. D. Thesis, Michigan State University.  
 SMOCK, R. M. (1941). *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem.* 24.

Present address of the author: Dr. Gerhard Bünemann, Institut für Obstbau und Baumschule der Techn. Hochsch. Hannover, Sarstedt, Germany.

---

### SUMMARY

Following a critical report of previous papers the speaker presents some of his special investigations on the problem of bitter pit. In a differential tissue analysis it was noted that the ash weight of the pits was greatly increased as compared to that of healthy tissue of the same fruit or of entirely sound fruit. Expressed in percent of dry matter the mineral content of the pits was increased, whereas in percent of ash weight completely different results were obtained: potassium remained nearly unchanged, calcium in healthy fruits is considerably higher than in affected fruits, and magnesium is increased conspicuously in the pitted parts of the tissue. Further research projects are explained.

---

### Recherches courantes sur le « Bitter Pit » des pommes

#### RÉSUMÉ

Après description et discussion des travaux faits aux É.U. et en Allemagne, l'auteur donne un rapport sur ses recherches spéciales concernant le « bitter pit » des pommes.

On a constaté que, comparé avec des tissus sains, le poids des cendres des parties malades était beaucoup plus grand. Sur la base de la substance sèche,

le pourcentage des substances minérales augmente un peu dans le « bitter pit » ; sur la base du poids des cendres, on a trouvé une situation très différente : la p o t a s s e est inchangée ; dans les fruits sains il y avait beaucoup plus de c a l c i u m que dans les tissus malades ou sains des fruits avec « bitter pit » ; par contre, le pourcentage de m a g n é s i u m était beaucoup plus élevé dans les parties malades. L'auteur présente des propositions pour de futures recherches.

---

### **Laufende Untersuchungen über die « Stippigkeit » von Äpfeln**

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Nach einer Besprechung älterer Arbeiten aus den USA und Deutschland wird ein Bericht über die speziellen Untersuchungen des Vortragenden gegeben, die sich mit der « Stippigkeit » von Äpfeln befassen. Es wurde festgestellt, dass das Aschengewicht in den stippigen Teilen gegenüber gesunden Gewebeteilen beträchtlich erhöht war. Auf Trockensubstanz bezogen erhöhte sich daher der Gehalt an Mineralstoffen in den Stippen etwas ; auf Aschengewicht bezogen ergab sich jedoch ein ganz anderes Bild : K a l i u m blieb etwa gleich, K a l z i u m war in gesunden Früchten erheblich höher als in krankem oder gesundem Gewebe stippiger Früchte, und M a g n e s i u m war in kranken Gewebeteilen stark erhöht. Weitere Untersuchungsvorhaben werden dargelegt.

---

COLLOQUE SUR LES PROBLÈMES RELATIFS  
A LA RÉMANENCE DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES

ORGANISÉ EN COLLABORATION AVEC LE CENTRE DE RECHERCHES  
DE PHYTOPHARMACIE

*Gembloux, 2 août 1960*

PRÉSIDENT DU COMITÉ ORGANISATEUR :

Professeur P. MARTENS  
Institut agronomique, Gembloux



# La formation des dépôts d'insecticides et de fongicides sur les végétaux

par Simone DORMAL

*Dr. Sc., Pharmacien*

*Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux (Belgique) (\*)*

Lors des traitements antiparasitaires, les surfaces végétales reçoivent une quantité de matière active qui est fonction notamment du volume débité et de la vitesse de déplacement de l'appareillage, mais la totalité de la matière déposée n'est pas nécessairement retenue par le substrat.

Lorsque la surface végétale est complètement mouillée, elle perd son pouvoir de rétention et les dépôts recueillis à partir de ce moment s'éliminent par dévalement et égouttage. Il en est de même lorsque la cuticule végétale ne présente aucun pouvoir de rétention. Cette élimination est connue dans la littérature anglo-saxonne sous le nom de « run-off ».

La quantité de matière active retenue par la surface traitée constitue le *dépôt initial effectif* ; elle est la résultante de phénomènes complexes qui mettent en jeu les forces d'adsorption, d'adhésion et de cohésion des particules entre elles et envers la cuticule végétale.

Dans la pratique des traitements, on constate des variations importantes de valeurs des dépôts initiaux effectifs pour une même matière active et, à fortiori, pour des matières actives différentes à la suite de modifications mêmes insignifiantes apportées soit dans la composition des formulations, soit dans l'appareillage, soit dans la nature du substrat.

Les causes de ces variations sont, dans beaucoup de cas, difficiles à élucider, parce que les propriétés physico-chimiques des surfaces végétales et des composants des formulations sont mal connues.

On a pu néanmoins établir à la suite de recherches pratiquées en laboratoire et en plein champ un certain nombre de relations permettant de préciser l'influence de quelques facteurs sur la rétention initiale des dépôts.

(\*) Centre subsidié par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture.



### 1. Influence du type de formulation

Il n'existe à notre connaissance aucune étude générale sur l'influence exercée par les mouillants, les dispersants, les défloculants, etc... sur la formation des dépôts de pesticides, bien qu'une gamme extrêmement étendue de ces produits soit utilisée dans les formulations commerciales.

Le petit nombre de recherches réalisées dans ce domaine tend néanmoins à prouver que ces adjuvants peuvent exercer une très grande influence sur la formation des dépôts.

SOMERS (19) étudia comparativement l'action de quelques mouillants du type ionique et non-ionique sur le pouvoir de rétention des dépôts de *sels de cuivre* sur feuilles de haricots, de choux-fleurs et de lauriers ainsi que sur des films d'acétate de cellulose. Il constata que les dépôts les plus élevés étaient obtenus avec l'aide des mouillants *non-ioniques*.

La présence de mouillants *anioniques* de la série des sulfosuccinates entraîna une forte diminution de la valeur des dépôts à partir de la concentration de 0,05 % et mit en évidence une influence de la concentration, ce qui ne fut pas constaté dans le cas des mouillants *non-ioniques* et *cationiques*.

SOMERS (19) observa également une réduction de la valeur des dépôts par adjonction aux préparations de produits destinés à améliorer la tenue en suspension par augmentation de la viscosité, tels que la gélatine, la méthyl-éthylcellulose, le glycérol, etc...

Les résultats de SOMERS (19) sont reproduits dans le tableau 1. Des effets semblables avaient été signalés par Cupples (2).

D'autre part, MARTIN (11) mit en évidence que la rétention initiale maximum diminuait en fonction de l'augmentation du pouvoir mouillant des préparations.

Bien que la tension superficielle ne soit pas un bon critère du pouvoir mouillant (5, 20), MAXWELL et WOOD (14) constatèrent aussi une réduction de la valeur des dépôts d'*arséniate de plomb* sur pommes en fonction de la diminution de la tension superficielle des préparations, quelle que fut la nature de l'adjuvant.

Les résultats de MAXWELL et WOOD (14) sont repris dans le tableau 2.

Il y a également lieu de signaler que, en présence d'électrolytes, le pouvoir mouillant peut être réduit par suite de la formation de micelles. THOMPSON (20) a observé ce genre de phénomènes avec divers mouillants *ioniques* en présence de *sulfate de cuivre* à forte concentration. De semblables effets ne furent pas constatés par l'auteur avec les mouillants *non ioniques*.

TABLEAU I  
Influence des mouillants sur la valeur des dépôts initiaux de sels de cuivre (19)

| Nature du mouillant                                | % de mouillant | Dépôts de Cu en $\mu\text{g}$ par $\text{cm}^2$ |                          |                          |                              |
|----------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
|                                                    |                | Acétate de cellulose (1)                        | Feuilles de lauriers (1) | Feuilles de haricots (2) | Feuilles de choux-fleurs (2) |
| —<br>dironyl sulfosuccinate de soude               | —              | —                                               | 12,2                     | 14,7                     | —                            |
|                                                    | 0.025          | 9,5                                             | 10,3                     | —                        | 7,2                          |
|                                                    | 0.05           | 8,7                                             | —                        | —                        | —                            |
|                                                    | 0.10           | 8,5                                             | —                        | 12,5                     | 2,6                          |
|                                                    | 0.25           | 3,2                                             | 4,4                      | —                        | 3,2                          |
| chlorure de cétypyridinium<br>F 10 (3)<br>F 20 (4) | 0.45           | 3,5                                             | —                        | —                        | —                            |
|                                                    | 0.07           | —                                               | 12,9                     | —                        | —                            |
|                                                    | 0.025          | —                                               | 15,6                     | —                        | —                            |
|                                                    | 0.025          | —                                               | 13,4                     | —                        | —                            |

(1) Traité par la bouillie bourguignonne ( $\text{CuSO}_4$ , 5  $\text{H}_2\text{O}$  : 10 livres,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 10  $\text{H}_2\text{O}$  : 11.4 livres  $\text{H}_2\text{O}$  : 100 gallons)

(2) Traité par l'oxyde cuivreux 0.25 % Cu

(3) isoctyl-o-crésol + 10 mol. oxyde d'éthylène

(4) isoctyl-o-crésol + 20 mol. oxyde d'éthylène

TABLEAU 2

Dépôts initiaux d'arséniate de plomb sur pommes, en fonction de la nature des adjuvants (14)

Variable : Adjuvants incorporés à la bouillie  
 Constantes : Conc. en arséniate de plomb : 3 g/l.  
 Mode d'application : atomiseur à main

| Composition de la bouillie                         | Tension superficielle<br>dynes /cm à 20° C. | Dépôts moyens de $As_2O_3$<br>(mg/2 kg. de pommes) |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Arséniate de Pb. 3 g/l.                            | 68.7                                        | 10.65                                              |
| Arséniate de Pb. 3 g/l.<br>Captan 2 g/l.           | 51.2                                        | 8.56                                               |
| Arséniate de Pb 3 g/l.<br>Phygon 0,25 g/l.         | 60.0                                        | 9.78                                               |
| Arséniate de Pb 3 g/l.<br>Glyodin 2,5 ml/l.        | 42.4                                        | 5.00                                               |
| Arséniate de Pb 3 g/l.<br>Triton B 1956 0,25 ml/l. | 36.0                                        | 5.61                                               |

Il ressort de ces quelques expérimentations que l'usage de mouillants du type *non-ionique* semble plus favorable à l'obtention d'une quantité maximum de dépôts et présente en même temps plus de latitude au point de vue de la concentration à utiliser. Ces considérations ne peuvent cependant être formulées qu'à titre d'hypothèse, le nombre d'expériences réalisées à ce sujet étant trop restreint.

## 2. Influence de la dose de matière active

Plusieurs auteurs ont étudié les relations entre la dose de matière active utilisée et la quantité de dépôts.

MADER et BLODGETT (10) retrouvèrent sur feuillage de pommes de terre des dépôts de *cuivre* approximativement proportionnels à la concentration de *bouillie bordelaise* utilisée. Ces résultats furent confirmés par ceux de MARTIN (12) et de SOMERS (19) sur feuillages de pommes de terre, de haricots et de lauriers. Cependant, il apparaît qu'en présence d'agents mouillants *anioniques* du type sulfosuccinates, le rapport de proportionnalité est altéré et que, dans ce cas, la valeur des dépôts tend vers une constante malgré l'augmentation de la concentration.

HORSFALL (6), au contraire, démontra que les dépôts variaient en fonction du logarithme de la concentration utilisée. Ceci fut confirmé par FREAR (3) avec le *sulfate de cuivre*, par ISELEY et HORSFALL (7) avec différents *composés arsénicaux* et par RICH (16) avec la *bouillie bordelaise*, mais non avec le *zineb*, pour lequel il trouva une relation arithmétique.

GUNTHER et BLINN (4) signalent, d'autre part, que l'augmentation de la concentration en *parathion* n'entraîne pas un accroissement proportionnel des dépôts sur oranges.

En collaboration (1), nous avons étudié ce problème sur champs de fraisiers avec deux formulations commerciales; d'une part, un *TMTD*, poudre mouillable, formulé avec un dispersant (poix sulfonée) et, d'autre part, un *parathion*, concentré émulsionnable, formulé avec un mouillant *non ionique* (éther polyglycolique).

TABLEAU 3

**Dépôts initiaux de TMTD sur fraises, en fonction de la concentration en matière active**

*Variable* : Conc. de TMTD dans la préparation  
*Constantes* : Formulation : TMTD 80% m.a., poudre mouillable  
 Doses d'utilisation : 20, 40, 80 et 150 g/are  
 Volumes débités : 4 l/are dans essai I  
 5 l/are dans essai II  
 Mode d'application : Nébulisateur Solo à dos et à moteur

*Essai I*

| Conc. en mat. active                                   | 0.4 % | 0.8 % | 1.6 % | 3.0 % |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Dose de mat. active en g/are                           | 16    | 32    | 64    | 120   |
| Rapport de proportionnalité                            | 1     | 2     | 4     | 7.5   |
| Dépôts moyens en p.p.m. de<br>TMTD sur fraises (*) (1) | 2.56  | 5.68  | 12.98 | 22.24 |
| Rapport de proportionnalité                            | 1     | 2.2   | 5.0   | 8.6   |

*Essai II*

| Conc. en mat. active                                   | 0.32 % | 0.64 % | 1.28 % | 2.40 % |
|--------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Dose de mat. active en g/are                           | 16     | 32     | 64     | 120    |
| Rapport de proportionnalité                            | 1      | 2      | 4      | 7.5    |
| Dépôts moyens en p.p.m. de<br>TMTD sur fraises (*) (2) | 3.18   | 4.67   | 10.78  | 22.29  |
| Rapport de proportionnalité                            | 1      | 1.5    | 3.4    | 7.0    |

(\*) moyenne de 6 répétitions par objet

(1) Variété Régina, plantation de 2 ans

(2) Variété Senga Sengana, plantation de 1 an

Les traitements furent effectués selon deux modalités ; d'une part, avec des concentrations croissantes de matière active, le volume débité étant constant et, d'autre part, avec des volumes croissants, la concentration en matière active étant constante.

Quelle que fut la modalité suivie, nous avons retrouvé des dépôts approximativement proportionnels à la dose de matière active utilisée pour autant que le volume débité ne fut pas supérieur au pouvoir de rétention de la surface végétale et que l'appareillage fut adapté au type de culture.

Les tableaux 3 et 4 reproduisent des extraits de nos résultats. Les essais se poursuivent actuellement sur d'autres types de végétaux.

TABLEAU 4

**Dépôts initiaux de TMTD sur feuillages de fraisiers en fonction d'un volume débité inversement proportionnel à la concentration**

*Variable* : volumes débités : a) 10 l. à 0.32 % de TMTD m.a.  
b) 5 l. à 0.64 % de TMTD m.a.

*Constantes* : Formulation : TMTD 80 % m.a., poudre mouillable  
Doses d'utilisation : 40 g/are  
Mode d'application :  
Nébulisateur Solo à dos et à moteur, dans l'essai I  
Pulvérisateur Sandow, à pression entretenue dans l'essai II

|                                                                             |        |        |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| <i>Essai I (Nébulisation)</i>                                               |        |        |
| Vol. débité en l/are                                                        | 10     | 5      |
| Conc. en mat. active                                                        | 0.32 % | 0.64 % |
| Dose de mat. active en g/are                                                | 32     | 32     |
| <hr/>                                                                       |        |        |
| Dépôts moyens de TMTD en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$<br>de feuillage (*) (1)  | 6.68   | 5.84   |
| <hr/>                                                                       |        |        |
| <i>Essai II (Pulvérisation)</i>                                             |        |        |
| Vol. débité en l/are                                                        | 10     | 5      |
| Conc. en mat. active                                                        | 0.32 % | 0.64 % |
| Dose de mat. active en g/are                                                | 32     | 32     |
| <hr/>                                                                       |        |        |
| Dépôts moyens de TMTD en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$<br>de feuillage (*) (1). | 6.50   | 6.50   |

(\*) Moyenne établie sur 25 prises d'échantillons de 40  $\text{cm}^2$

(1) Les résultats expriment la quantité de dépôts recueillie sur les 2 faces du substrat



### 3. Influence du mode d'application

De fortes variations de la teneur initiale en dépôts en fonction du mode d'application furent relevées notamment par GUNTHER et BLINN (4), lors de traitements effectués sur agrumes avec le *DDT*, le *parathion*, les *huiles de pétrole* et le *soufre* ainsi que par JOUIN *et al.* (8) sur feuillage de pommes de terre avec l'*oxychlorure de cuivre*.

Nous avons étudié comparativement (1) l'effet de deux appareils, un nébulisateur à dos et à moteur et un pulvérisateur à pression entretenue, sur la valeur des dépôts de *TMTD* et de *parathion* sur champs de fraisiers. Nos résultats firent apparaître que pour une même dose d'utilisation et un même volume débité, il n'y avait pas de différence significative entre les quantités totales de matières déposées, mais que de fortes différences se manifestaient dans la distribution des dépôts (faces supérieures et inférieures des feuilles, parties internes des plantes, etc...)

La nébulisation entraîna dans les cas étudiés une meilleure distribution des dépôts et une pénétration plus poussée des produits dans les parties des plantes difficilement accessibles aux traitements.

Le tableau 5, extrait de nos résultats, illustre la variation des dépôts sur faces supérieures et inférieures de feuilles de fraisiers en fonction de l'appareillage utilisé.

Une étude comparative de la pulvérisation à fort et à faible volumes fut réalisée par MARTIN (12) sur différents substrats avec des suspensions de *sels cupriques* et des émulsions de *DDT*. Les dépôts furent généralement proportionnels à la dose d'utilisation de matière active pour autant que les volumes débités ne fussent pas supérieurs au pouvoir de rétention maximum du substrat (cas des traitements à fort volume).

D'autre part, GUNTHER et BLINN (4) firent remarquer le manque d'uniformité rencontré fréquemment lors des traitements. Nous avons eu l'occasion de vérifier cette constatation dans plusieurs cas et notamment lors d'une étude approfondie des dépôts de *TMTD* sur fraises traitées, d'une part, avec un nébulisateur parfaitement adapté à ce type de culture et, d'autre part, avec le même appareil modifié, tous les autres facteurs étant constants (1). Les valeurs obtenues sont colligées dans le tableau 6.

Il semble d'après les résultats de RAUCOURT *et al.* (15) que les variations observées dans la répartition des dépôts soient poussées à l'extrême dans le cas des traitements effectués par avion. Les auteurs notèrent que chaque passage de l'appareil provoquait sous sa trajectoire ou à peu de mètres de distance la formation de dépôts correspon-

nant à un taux d'épandage très supérieur à celui qui était prévu et séparés par des zones faiblement atteintes.

L'adaptation de l'appareillage au type de culture s'avère donc primordial.

TABLEAU 5

**Dépôts initiaux de TMTD sur feuilles de fraisiers en fonction du mode d'application**

|                   |                                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------|
| <i>Variable</i>   | Mode d'application                              |
|                   | a) Nébulisateur Solo à dos et à moteur          |
|                   | b) Pulvérisateur Sandow à pression entretenue   |
| <i>Constantes</i> | Formulation : TMTD 80 % m.a., poudre mouillable |
|                   | Dose d'utilisation : 40 g/are                   |
|                   | Volumes débités :                               |
|                   | I. 10 l. à 0.32 % TMTD m.a/are                  |
|                   | II. 5 l. à 0.6 % TMTD m.a/are                   |
|                   | III. 2 l. à 1.60 % TMTD m.a/are                 |

|                                                                                       |               |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| <i>Essai I</i>                                                                        |               |              |
| 10 l. à 0.32 % TMTD m.a/are                                                           | Pulvérisation | Nébulisation |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (Q. totale)                                            | 6.50          | 6.68         |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (faces supérieures)                                    | 5.86 (*)      | 4.78 (*)     |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (faces inférieures)                                    | 0.64 (*)      | 2.90 (*)     |
| Rapport $\frac{\text{Q.TMTD (faces supérieures)}}{\text{Q.TMTD (faces inférieures)}}$ | 9.1           | 1.3          |
| <i>Essai II</i>                                                                       |               |              |
| 5 l. à 0.64 % TMTD m.a/are                                                            | Pulvérisation | Nébulisation |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (Q. totale)                                            | 6.50          | 5.84         |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (faces supérieures)                                    | 6.19 (*)      | 4.07 (*)     |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (faces inférieures)                                    | 0.31 (*)      | 1.77 (*)     |
| Rapport $\frac{\text{Q.TMTD (faces supérieures)}}{\text{Q.TMTD (faces inférieures)}}$ | 21.0          | 2.3          |
| <i>Essai III</i>                                                                      |               |              |
| 2 l. à 1.60 % TMTD m.a/are                                                            |               | Nébulisation |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (Q. totale)                                            |               | 5.07         |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (faces supérieures)                                    |               | 3.07 (*)     |
| $\mu\text{g TMTD}/\text{cm}^2$ (faces inférieures)                                    |               | 2.00 (*)     |
| Rapport $\frac{\text{Q.TMTD (faces supérieures)}}{\text{Q.TMTD (faces inférieures)}}$ |               | 1.5          |

(\*) Moyennes établies sur 25 prises d'échantillons de 40 cm<sup>2</sup>

TABLEAU 6

**Dépôts initiaux de TMTD sur fraises, en fonction des caractéristiques  
de l'appareillage**

*Variable* : Caractéristique du nébulisateur :  
 1) Nébulisateur Solo à dos et à moteur, lance oblique  
 2) Nébulisateur Solo à dos et à moteur avec « déflecteur »  
     brisant le courant d'air, lance verticale

*Constantes* : Formulation : TMTD 80 % m.a. poudre mouillable  
 Doses d'utilisation : 20, 40, 80 et 150 g/are  
 Volume débité : 5 l/are

|                                             |      |      |       |       |
|---------------------------------------------|------|------|-------|-------|
| Dose de mat. active en g/are                | 16   | 32   | 64    | 120   |
| Rapport de proportionnalité                 | 1    | 2    | 4     | 7.5   |
| Résidus de TMTD en p. p. m. sur fraises (*) | 4.18 | 4.17 | 11.87 | 26.17 |
| Nébulisateur Solo à lance oblique           | 1.85 | 4.82 | 8.22  | 21.30 |
|                                             | 2.53 | 6.21 | 11.88 | 23.70 |
|                                             | 2.87 | 3.56 | 10.62 | 16.75 |
|                                             | 3.52 | 3.78 | 10.27 | 24.05 |
|                                             | 4.15 | 5.50 | 11.85 | 21.70 |
| Moyennes                                    | 3.18 | 4.67 | 10.78 | 22.29 |
| Rapport de proportionnalité                 | 1    | 1.5  | 3.4   | 7.0   |
| Résidus de TMTD en p.p.m. sur fraises (*)   | 1.37 | 1.46 | 3.31  | 5.30  |
| Nébulisateur Solo à lance verticale         | 1.06 | 0.15 | —     | 2.50  |
| avec « déflecteur »                         | 0.62 | 0.00 | 2.10  | 18.31 |
|                                             | 0.31 | 0.62 | 6.91  | 18.50 |
|                                             | 0.00 | 0.22 | 1.68  | 18.25 |
|                                             | 0.00 | 0.00 | 0.62  | 16.12 |
| Moyennes                                    | 0.56 | 0.41 | 2.92  | 13.16 |
| Rapport de proportionnalité                 | 1    | 0.7  | 5.2   | 23.5  |

(\*) Échantillons provenant de parcelles différentes.

#### 4. Influence de la nature du substrat et de l'époque du traitement

Des différences considérables dans le pouvoir de rétention des dépôts se marquent non seulement entre familles, espèces et variétés de plantes, mais encore entre les différentes parties d'une même plante et les faces d'une même feuille ainsi que suivant l'âge et l'orientation du substrat.

Ces différences sont essentiellement liées aux variations de composition des cuticules végétales.

D'après les travaux de MARTIN *et al.* (13, 18, 17), les dépôts cireux de la cuticule seraient plus susceptibles d'influencer le degré de mouillabilité et d'empêcher l'absorption des composés hydratés que la cutine, mais ils ne seraient pas seuls en cause. D'après Jupiter et Bradley (9), l'ultrastructure de la surface ainsi que la composition des dépôts cireux joueraient un rôle.

Nous donnons, à titre d'exemple, dans le tableau 7, les valeurs tirées des travaux de MARTIN *et al.* (13, 18, 17) des dépôts cireux de quelques cuticules végétales.

TABLEAU 7  
Recouvrement cireux des cuticules végétales (3, 18, 17)

| Substrat                       | Recouvrement cireux en $\mu\text{g}$ par $\text{cm}^2$ |                                          |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Fraisiers (feuilles)           | traces                                                 |                                          |
| Tomates (feuilles)             | 3 à 4                                                  |                                          |
| Bananiers Lacatan (feuilles)   | 15 à 20                                                |                                          |
| Pommiers Merton Worcester,     | }                                                      | 20                                       |
| Cox's Orange Pippin (feuilles) |                                                        |                                          |
| Choux-fleurs (feuilles)        |                                                        | 29 à 40                                  |
| Evonymus Japonicus (feuilles)  |                                                        | 95                                       |
| Lauriers (feuilles)            |                                                        | 165                                      |
| Rhododendrons (feuilles)       |                                                        | 220                                      |
| Pommiers Merton Worcester,     | }                                                      | 200 à 500 (suivant le degré de maturité) |
| Cox's Orange Pippin (fruits)   |                                                        |                                          |

Ces valeurs ne sont pas absolues ; comme l'ont fait remarquer différents auteurs cités par RICHMOND et MARTIN (17), elles sont susceptibles de variations dues non seulement au degré de développement ou de maturité, mais aussi aux conditions de milieu et de nutrition. Elles sont affectées notamment par l'intensité lumineuse, l'intensité d'exposition aux vents, la valeur nutritive du sol, la nature des traitements subis par le sol, etc...

GUNTHER et BLINN (4) ont illustré, entre autres, les différences des valeurs des dépôts moyens de DDT recueillis sur feuillages d'agrumes exposés respectivement au nord et au sud.

En général, on constate un parallélisme entre le pouvoir de rétention de la surface végétale, son degré de mouillabilité et la teneur en cires de la cuticule, le pouvoir de rétention croissant en fonction de l'augmentation du degré de mouillabilité et de la diminution de la teneur en cires.

Il y a cependant lieu de noter qu'avec la plupart des composés organiques en émulsions huileuses, les phénomènes de rétention se compliquent par le fait que la matière active pénètre très rapidement dans les agrégats cireux de la cuticule.

On pourrait se faire une idée très exacte des variations du pouvoir de rétention si l'on calculait les valeurs des dépôts par rapport à l'unité de surface. Dans la pratique, les résultats sont généralement donnés en fonction de l'unité de poids, ce qui ne permet aucune déduction quant au pouvoir de rétention.

\*  
\* \*

Il ressort de cet aperçu que, bien que des résultats intéressants aient été acquis, la connaissance du pouvoir de rétention des dépôts de pesticides sur les végétaux est encore très nébuleuse. Elle nécessiterait, pour se parfaire, la réalisation de travaux systématiques sur l'influence exercée par les principales variables inhérentes aux formulations, à l'appareillage et aux substrats sur la valeur des dépôts.

Cette étude quantitative devrait, en outre, être mise en parallèle avec celles de la distribution du dépôt et du type de recouvrement. Une surface peut, en effet, être totalement recouverte par un dépôt distribué d'une façon irrégulière de même qu'elle peut se trouver partiellement recouverte par un dépôt régulièrement distribué.

Comme l'a fait remarquer très judicieusement MARTIN (12), dans le cas des pulvérisations à fort volume, la principale condition requise est de s'assurer qu'une quantité suffisante de liquide soit retenue par la plante pour entraîner un recouvrement effectif de matière active ; ceci nécessite essentiellement la connaissance des formulations et de la nature de la surface à traiter. Pour les traitements à faible volume, il y a lieu, en outre, de faire un choix judicieux de la dose d'application et de l'appareillage qui fournira des gouttelettes de dimensions adéquates.

Jusqu'à présent, on connaît peu de choses au sujet de la quantité de dépôts nécessaires à la lutte contre les parasites et les maladies. D'après les travaux réalisés à la Long Ashton Research Station, la quantité de *DDT* nécessaire à la destruction des pucerons sur le bourgeon de pommier serait de l'ordre de  $2\mu\text{g}$  par bourgeon ; or, par l'application des traitements classiques, on en retrouve généralement de 10 à  $20\mu\text{g}$ . D'autres insecticides et fongicides se sont montrés très efficaces à des doses extrêmement faibles. Il semble que, dans certains cas, l'action toxique se manifeste même « à distance ». Il a été prouvé notamment que des quantités infinitésimales de cuivre pouvaient s'étendre en un film toxique sur la surface des feuilles — vraisemblablement par un processus de dissolution dans les sécrétions des spores de



cryptogames — et que le *captan* et le *HCH* en doses minimales se diffusaient avec énormément de facilité.

Ceci démontre qu'une meilleure connaissance de la lutte antiparasitaire permettrait certes d'éviter un gaspillage de produits et de réduire les chances de retrouver des résidus en doses appréciables lors de la consommation des fruits et des légumes.

## DISCUSSION

Question de M. A. EL ATTAR, (*Gembloux Belgique*)

— Quelle est la précision des méthodes analytiques employées (y compris les erreurs dans l'échantillonnage) ?

Réponse de M<sup>me</sup> S. DORMAL :

— La précision analytique dépend évidemment de la méthode utilisée. Le but que l'on essaie d'atteindre est de travailler avec des méthodes exactes, sensibles et reproductibles. On estime que la méthode d'analyse est satisfaisante lorsque l'erreur ne dépasse pas 10 %. La variation des résultats due à l'échantillonnage peut être énorme si l'échantillon n'est pas homogène, aussi faut-il accorder une grande importance à l'échantillonnage ; celui-ci doit être représentatif du traitement pour que les résultats d'analyse aient une valeur réelle.

## RÉFÉRENCES

- (1) Centre de Recherches de Phytopharmacie (Gembloux) et Centre de Recherches de Gorsein (St-Trond). Résultats inédits.
- (2) CUPPLES, H. L. *J. Agric. Res.*, **63**, 681 (1941).
- (3) FREAR D.E.H. *Penn State Agric. Exp. Sta. Bull.*, 463, 1-18 (1944).
- (4) GUNTHER F.A. and BLINN R.C. *Analysis of Insecticides and Acaricides*, Interscience Publishers, Inc., 1955.
- (5) HAMILTON C.C. *J. Econ. Entomol.*, **23**, 238 (1930).
- (6) HORSFALL J.G. *Fungicides and their action. Chronica Botanica Cy*, Waltham, Mass. (1945).
- (7) ISELEY D. and HORSFALL J.G. *J. Econ. Entomol.*, **36**, 751-6 (1943).
- (8) JOUIN C., HASCOET M. et VENTURA E. *Ann. Epiphyties*, **3**, 323-44. (1954).
- (9) JUNIPER B.E. and BRADLEY D.E. *J. Ultrastructure Res.*, **2**, 16 (1958).
- (10) MADER E.O. and BLODGETT F.M. *Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Bull.*, 621, 1-34 (1935).
- (11) MARTIN J.T. *J. Pomol.*, **18**, 34 (1940).
- (12) MARTIN J.T. *Soc. Chem. Ind. Monograph*, **2**, 55-68 (1958).
- (13) MARTIN J.T. and BATT R.F. *Ann. Appl. Biol.*, **46**, 3, 375-87 (1958).
- (14) MAXWELL C.W. and WOOD F.A. *Canada Dep. Agric. Monthly Report Fruit Insect Section*, Fredericton N.B. April 1959.
- (15) RAUCOURT M., VIEL G. et CHEVREL J. *Ann. Epiphyties*, **2**, 227-56 (1953).
- (16) RICH S. *Phytopathology*, **44**, 203-13 (1954).
- (17) RICHMOND D.V. and MARTIN J.T. *Ann. Appl. Biol.*, **46**, 3, 375-87 (1958).
- (18) ROBERTS M.F., BATT R.F. and MARTIN J.T. *Ibid.*, **47**, 3, 573-82 (1959).
- (19) SOMERS E. *J. Sci. Food Agric.*, **9**, 520-6 (1959).
- (20) THOMPSON C.C. *Ibid.*, **10**, 650-7 (1958).

## RÉSUMÉ

Le traitement des végétaux par les pesticides entraîne la formation de dépôts initiaux en doses extrêmement variables.

L'interprétation de cette variabilité ne peut se faire que par l'étude systématique des principaux facteurs inhérents aux formulations appliquées, à l'appareillage, aux substrats végétaux et aux conditions climatiques.

Dans la présente communication, l'auteur examine les influences exercées par la dose de matière active, le type de formulation, le mode d'application, la nature du substrat et l'époque du traitement sur la teneur en dépôts initiaux des végétaux traités.

Les relations qui en découlent mettent en évidence qu'une meilleure connaissance des techniques d'application permettrait d'éviter dans certains cas un gaspillage de produits et de réduire la teneur en résidus des végétaux destinés à la consommation tout en maintenant une efficacité biologique satisfaisante.

---

### The formation of Pesticide Deposits on Plants

## SUMMARY

The application of pesticides to plant surfaces involves the formation of initial deposits of extremely variable magnitude.

The interpretation of this variability can only be achieved by the systematic study of the principle factors inherent in the formulations used, application equipment, nature of the plant substrates, and climatic conditions.

In this paper, the author examines the influence exercised by the amount of active ingredient, type of formulation, method of application, nature of the substrate and time of treatment, on the retention of initial deposits on treated plants.

The relationships developed are used to support the conclusion that a better knowledge of application techniques might in certain cases avoid wasting pesticides and reduce the persistence of residues on plants destined for human consumption, without affecting the biological efficiency.

---

### Zur Frage der Bildung von Insektiziden und Fungiziden Niederschlägen

## ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bilden sich auf den Pflanzen Initial-Niederschläge in äusserst unterschiedlicher Stärke.

Diese Verschiedenheit kann nur durch unterschiedliche Einwirkung bestimmter grundlegender Faktoren erklärt werden. Im vorliegenden Referat untersucht die Verfasserin systematisch die Einwirkung der Wirkstoffdosis, der Art der Formulierung, der Anwendungsweise, der Unterlage, der Witterungsbedingungen und des Zeitpunktes der Anwendung auf den Gehalt der Initial-Niederschläge auf den Pflanzen.

Das Referat zieht den Schluss, dass man durch bessere Kenntnis der Anwendungstechnik in bestimmten Fällen Produktverschwendungen vermeiden kann, und dass die Rückstände in zum Verbrauch bestimmten Pflanzen herabgesetzt werden können, ohne dass die biologische Wirksamkeit beeinträchtigt wird.

---

# L'évolution des dépôts d'insecticides et de fongicides en résidus

par Guy VIEL

*Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie, I.N.R.A., Versailles (France)*

La méthode de lutte contre les ennemis et maladies des plantes la plus généralement employée consiste à déposer sur les surfaces végétales une substance qui agit sur les parasites ou déprédateurs présents et qui doit subsister pendant un certain temps pour mettre la plante à l'abri d'infestations successives.

La réalisation de dépôts assurant le maximum d'efficacité pour un minimum de matière dépend des propriétés des préparations utilisées et des qualités du matériel d'épandage.

Mais dès que la substance active a été déposée sur la surface végétale différents facteurs concourent pour l'éliminer.

Après le traitement, à un instant donné, il reste sur la plante une fraction plus ou moins importante de la matière primitivement déposée. C'est ce que nous pouvons appeler le résidu.

La notion de résidu comprise ainsi est cependant trop restreinte. Depuis que les insecticides endotherapiques sont d'un emploi courant il faut admettre que la matière active présente dans les tissus végétaux n'a pas nécessairement été déposée où elle peut être retrouvée.

Alors, dans bien des cas et en particulier dans la législation, le résidu de pesticide est ce qui est présent, en conséquence d'un traitement antérieur de la plante, sans que soit considéré le mode de traitement.

Il y a donc lieu d'examiner les résidus externes provenant de l'évolution d'un dépôt superficiel et les résidus internes, pouvant être la conséquence non seulement d'un épandage généralisé en surface de produits endotherapiques, mais aussi d'une fumigation, d'un traitement superficiel localisé, ou d'un traitement de sol.

La persistance d'un résidu est intéressante à connaître pour deux raisons opposées qu'il s'agit de concilier : la persistance de l'efficacité du traitement d'une part, les risques de nocivité de la partie de la plante traitée livrée à la consommation d'autre part.

D'un côté il faut accroître le résidu, de l'autre l'éliminer rapidement. La solution de ce problème aux données contradictoires se trouve dans la réglementation du temps entre la dernière application et la récolte. Pour cela il est nécessaire de connaître les conditions qui règlent l'évolution du dépôt en résidu.

L'intérêt porté aux résidus d'un point de vue d'hygiène alimentaire prédomine dans le cas des insecticides, mais l'évolution des dépôts de fongicides a surtout fait l'objet d'études sous l'aspect de l'efficacité. Les conclusions générales déduites des études sur les uns sont valables pour les autres.

#### DÉPÔTS SUPERFICIELS DES PESTICIDES

Les pesticides sont déposés à la surface végétale par pulvérisation de bouillie ou par poudrage.

D'autres méthodes sont secondairement employées (nébulisation).

#### *Répartition des dépôts*

La quantité de résidu est en relation avec la densité du dépôt initial.

Le dépôt initial peut être considéré à l'échelle microscopique ou semi-microscopique où les particules sont individualisées, à l'échelle de l'élément de surface végétale ou de l'organe pris séparément, au niveau de la plante ou de celui de la culture.

A chaque niveau correspond un problème particulier, germination de la spore ou survie de l'insecte, établissement d'un dégât plus ou moins localisé, quantité de résidus dans les denrées, répercussion d'une infestation sur la production. L'homogénéité de la répartition, en général discontinue, de la matière active dépend du produit épandu et dans une certaine mesure des qualités de l'appareil d'épandage.

La distribution de la densité moyenne des dépôts de matière active au niveau de l'élément de surface est fonction des propriétés des produits, des bouillies, des surfaces végétales et également de l'épandage par conséquent de l'appareillage utilisé.

La plus ou moins grande régularité des dépôts moyens considérés organe par organe, ainsi que plante par plante est pour beaucoup une question d'appareillage et d'opérateur.

Les mêmes observations précédentes valent pour les résidus dont l'intensité et la répartition sont étroitement liées aux propriétés homologuées des dépôts initiaux.

#### *Densité des dépôts initiaux*

La densité des dépôts initiaux est, jusqu'à une certaine limite, directement proportionnelle à la quantité épandue et à la concentration de la substance considérée dans la poudre ou la bouillie.

La limite au-delà de laquelle la relation n'est plus linéaire dépend, pour un type d'épandage, des propriétés physiques de la surface végétale et des produits appliqués.

Mais il y aurait lieu d'examiner les dépôts simples et les dépôts répétés. Dans ce dernier cas de grande importance pratique, puisqu'il est rare de se contenter d'un seul traitement, intervient une combinaison entre les propriétés des résidus et du dépôt initial.

L'étude des résidus est faite à partir d'un dépôt simple ou d'une combinaison de dépôts successifs.

Ce que l'on peut remarquer dans le cas de dépôts successifs, c'est que le substrat n'a plus les mêmes propriétés que lorsqu'il s'agit du premier traitement.

Lorsqu'il s'agit d'un épandage où la matière active solide ou liquide est dispersée dans un autre liquide qui sert de véhicule, il y a lieu de distinguer plusieurs stades au cours de la formation du dépôt : la phase où les gouttelettes sont encore individualisées sur la feuille, la phase où elles se rassemblent en plus grosses gouttes et celle où une partie des gouttes se détachent de la surface végétale. L'étude de cette question faisant l'objet d'un rapport de M<sup>me</sup> DORMAL, nous nous contenterons d'indiquer que lorsqu'il y a égouttage, le dépôt peut être légèrement inférieur à celui de la phase précédant immédiatement le ruissellement (38) et que la rétention initiale dépend de la présence d'un agent mouillant, de la nature de la surface végétale ainsi qu'il ressort entre autres des travaux de SOMERS (33) sur les fongicides cupriques, de S. DORMAL et R. CAUSSIN sur les formules à base de DDT (15) et des valeurs suivantes (tableau I) qui donnent une idée de la rétention

TABLEAU I

Rétention initiale moyenne d'eau pour différents organes végétaux après égouttage

| Partie des Plantes                      | Rétention en mg/cm <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| Cerises mûres                           | 180 à 300                       |
| Tomates mûres                           | 140                             |
| Jeunes feuilles de Vigne<br>(Chasselas) |                                 |
| face supérieure                         | 19 à 24                         |
| face inférieure                         | 20 à 37,5                       |
| Feuilles de Tradescantia                |                                 |
| face supérieure                         | 17 à 32                         |
| face inférieure                         | 10 à 21                         |
| Feuilles de pommier                     |                                 |
| face supérieure                         | 7 à 11                          |
| face inférieure                         | 17 à 38                         |
| Feuilles de pommes de terre<br>(Bintje) |                                 |
| face supérieure                         | 3,3 à 11                        |
| face inférieure                         | 8 à 15                          |



initiale d'une bouillie peu mouillante, l'eau étant le liquide déposé. Ces dépôts qui représentent un maximum de la rétention de bouillie ne peuvent, dans le cas du traitement d'une culture, intéresser que des éléments limités de surface totale des plantes car le taux d'épandage ne permet pas d'atteindre une valeur moyenne de cette importance.

### Facteurs d'élimination des dépôts

#### *Croissance du végétal*

Très souvent la croissance de la plante se poursuit après l'application du pesticide. Si aucune influence n'intervenait pour éliminer le produit déposé, la quantité absolue de pesticide pour une partie définie de la plante resterait constante mais la quantité relative du résidu exprimée à l'unité de surface ou à l'unité de poids décroîtrait.

La diminution relative est le résultat de l'apparition de nouveaux organes, quand ceux-ci sont compris dans la mesure, et du développement des parties traitées.

C'est ainsi que selon RAUCOURT (30) la perte apparente liée au grossissement de poires pendant le mois séparant un traitement de la récolte, est de 45,2 % de la quantité déposée.

L'exemple emprunté à SLOAN et al. (32) se rapporte au cas de laitues traitées au DDT ou au parathion. La réduction varie évidemment selon les positions respectives de la date de récolte, de l'époque du traitement et du prélèvement. La réduction dans le cas du traitement effectué à 16 jours de la récolte atteint 80 %. Une publication récente de TASCHENBERG et al (36) est relative au rôle de la croissance des grappes qui après traitements arrêtés au milieu d'août entraîne une diminution apparente du résidu au moment de la récolte de 21,7 % (moyenne de 4 ans). Le graphique fig. 1 représente la variation du résidu par suite de la croissance des grappes dans le cas d'une expérience de l'année 1957.

Les valeurs moyennes concernant l'échantillon au moment de la récolte trouvent leur intérêt dans les problèmes d'hygiène alimentaire et de législation des résidus tolérés.

Si on envisage le rôle du résidu dans la protection de la culture, il est utile de savoir si la croissance de la plante entraîne une diminution régulière de la densité du dépôt au niveau de l'élément de surface de feuille, ou de fruit. La réponse varie certainement d'une plante à l'autre, la comparaison d'empreintes de dépôts d'oxychlorure de cuivre sur de jeunes folioles de tomate et de jeunes feuilles de vigne et de ces mêmes organes après croissance montre dans un cas l'apparition

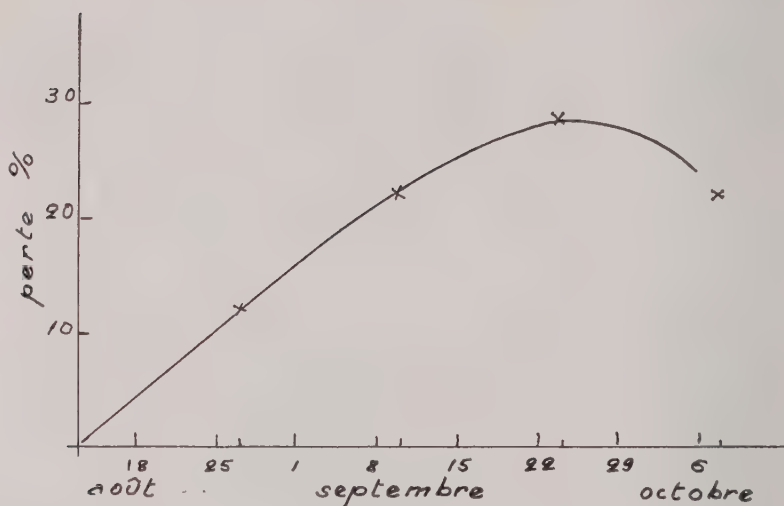


FIG. 1 — Diminution du résidu par suite du grossissement du fruit (Taschenberg et al.)

de plages voisines du pétiole très peu protégées et dans l'autre cas une diminution assez régulière du dépôt (fig. 2).

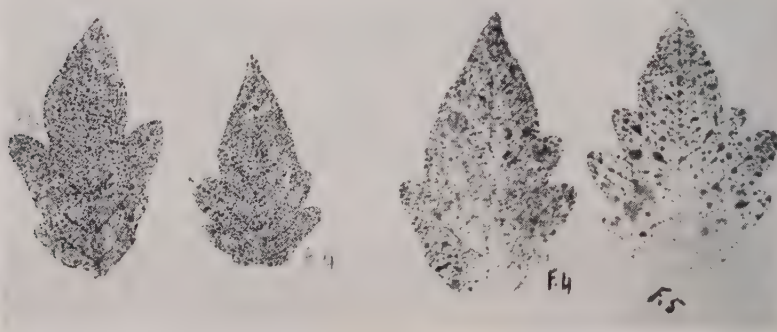


FIG. 2 — Influence de la croissance d'une feuille sur la répartition des dépôts : folioles de tomate ; Folioles de gauche : dépôt le jour du traitement ; Folioles de droite : dépôt après 8 jours

### Actions mécaniques

#### *Vent*

La pluie et le vent interviennent pour éliminer les dépôts.

L'action érosive du vent sur les dépôts de produits résultant de poudrages, surtout de la partie en excès retenue par des forces de cohésion assez faibles, se comprend aisément.

HOPKINS et al (23) travaillant sur trèfle rouge traité par poudrage au DDT trouvent que les pertes d'insecticides sous l'action du vent sont les suivantes :

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Dépôt initial        | 115 p.p.m. |
| Perte après 7 jours  | 61 p. cent |
| Perte après 14 jours | 72 p. cent |
| Perte après 21 jours | 80 p. cent |

Donc dans le début la perte est très rapide et correspond à l'élimination de la fraction peu adhérente.

SOOERS et THOMAS (34) ont étudié le rôle du vent sur les dépôts laissés par les traitements par pulvérisation de bouillie bourguignonne d'une suspension d'oxyde cuivreux et ils ont trouvé les valeurs suivantes :

| Temps          | Quantité d'oxyde cuivreux |
|----------------|---------------------------|
| Dépôt initial  | 27,4 $\gamma/\text{cm}^2$ |
| après 8 jours  | 20,6 $\gamma/\text{cm}^2$ |
| après 27 jours | 12,3 $\gamma/\text{cm}^2$ |

Dans ce cas l'influence du vent est assez lente mais régulièrement persistante.

### *Pluie*

Le rôle de la pluie dans l'élimination des dépôts a fait l'objet de très nombreuses recherches, tant sur surfaces artificielles que sur feuilles séparées ou sur plantes en place.

La question de la ténacité des pesticides est traitée en détail par HORSFALL (3) et une mise au point récente est due à BURCHFIELD (1). Cet auteur analyse ce que l'on peut savoir des forces de cohésion qui maintiennent les particules sur le feuillage. Il souligne le rôle que peut jouer une couche extra-mince d'eau entre les surfaces de contact.

Selon HORSFALL (3) hauteur de pluie et quantité de substance résiduelle sont liées par une relation logarithmique. Cependant dans de nombreux cas SOMERS (33) ne retrouve pas une relation semblable. Les mêmes observations peuvent être faites à l'examen des résultats publiés par S. DORMAL et R. CAUSSIN (15).

En général aussi bien dans les essais de laboratoire que dans les traitements en plein champ il est constaté une élimination rapide au début du lavage. BURCHFIELD et GOENAGA (9) indiquent que dans le cas de la bouillie bordelaise le logarithme du pourcentage de résidu est une fonction linéaire de la hauteur de pluie, et ces auteurs suggèrent l'hypothèse qu'une autre fonction traduit une hétérogénéité dans le dépôt.

### *Intensité de la pluie*

La violence de la pluie intervient pour éliminer plus ou moins les dépôts, mais les essais avec pluie artificielle ne permettent pas de se faire une opinion très sûre à ce sujet. Des résultats contradictoires ont été publiés (cf. HORSFALL) (3). Mais l'influence de ce facteur doit dépendre de la nature du substrat, de la nature de la formulation et de la matière active, ainsi que de l'importance du dépôt.

### *Nature du substrat*

La nature du substrat intervient largement dans la ténacité des dépôts. SOMERS et THOMAS (34) ont examiné le problème pour différents composés cupriques. Ils ont trouvé que la ténacité sur feuilles de haricots est supérieure à celle sur feuilles de tomates ou de choux. Ainsi dans le cas d'un oxychlorure de cuivre et pour un temps de pluie de 10 minutes, ces ténacités sont (Ténacité  $\times 100$ ) : haricot 37, chou 7, tomate 12.

Des résultats semblables ont été obtenus dans le cas des dépôts réalisés avec certaines formulations de DDT et comparés sur feuilles de haricots et de poiriers (15).

### *Nature de la formulation : dimensions des particules. Adhésifs*

La nature de la préparation ou de la formulation influe également sur la ténacité. Ainsi la plupart des résultats publiés dans le cas de bouillies bordelaises ou bourguignonnes diffèrent de ceux obtenus avec des poudres mouillables.

S. DORMAL et CAUSSIN (15) ont pu très nettement mettre en évidence des propriétés différentes de trois formulations à base de DDT.

L'adhérence dépend de la grandeur des particules. En effet, si avec BURCHFIELD on peut admettre que l'adhérence est fonction du rapport A de la surface de la masse de la particule, on comprend aisément que les forces s'exerçant entre la particule et la surface augmentent avec l'état de division. Elles augmentent aussi avec la forme ; les sphéro-cristaux de bouillie bordelaise qui se forment au cours du vieillissement adhèrent beaucoup moins bien que le gel primitif.

Certains composés tensio-actifs et divers adjuvants augmentent l'adhérence, cette constatation a été faite sur la bouillie bordelaise (9) et sur divers composés cupriques insolubles (34). L'influence favorable d'une addition d'huile minérale aux bouillies a été démontrée à différentes reprises depuis longtemps déjà (25).

### *Importance du dépôt initial*

Plusieurs chercheurs ont observé que le taux d'élimination est d'autant plus grand que le dépôt initial est plus important. Les recherches de SOMERS and THOMAS (34) mettent cependant en évidence des différences entre divers produits. De même RICH (31), dans des essais sur parcelles de haricots et de céleris ne permettant pas de fixer le rôle respectif des différents facteurs climatiques, constate des variations totalement opposées pour les dépôts de bouillie bordelaise et de zinèbe : la rétention de la bouillie bordelaise augmente avec l'importance du dépôt. Signalons encore qu'il n'existe pas de différence dans la ténacité de dépôts de DDT variant de 1 à 6 dans les essais poursuivis par S. DORMAL et CAUSSIN (15).

### *Influence des gouttelettes pulvérisées*

Ce problème examiné par S. DORMAL et CAUSSIN peut être rattaché au précédent, si on l'examine sous l'angle du micro-dépôt individualisé.

En effet, pour des dépôts moyens identiques, les grosses gouttes qui recouvrent une surface moins grande que les petites abandonnent à l'unité de surface des dépôts réels plus importants. Les expériences des auteurs cités prouvent que les différences, lorsqu'elles existent pour certaines formulations, sont de peu d'importance.

### *Redistribution*

Dans la pratique les gouttes de pluie qui se détachent d'une feuille, particules de pesticides retombant sur une autre feuille, peuvent y abandonner tout ou partie du produit qu'elles tenaient en suspension. Ce mécanisme joue un rôle important dans la protection contre les attaques de champignons et GOOSSEN (20) a pu montrer que de trois oxychlorures examinés celui qui était plus efficace n'était pas celui qui était le plus tenace.

## **Actions physiques ou chimiques**

### *Solubilisation*

Dans ce qui précède la pluie a été surtout considérée sous l'angle de son action érosive des particules insolubles. Il est bien évident que si la substance déposée possède une certaine solubilité, l'action dissolvante intervient pour accélérer l'élimination du dépôt.



### *Température et insolation*

Le rôle du troisième facteur climatique qui est l'insolation a été mis en relief dans le cas de dépôts de DDT par HOPKINS et al (23). Son effet assez régulièrement continu résulte probablement de plusieurs actions, entre autres, volatilisation et transformation chimique.

### *Volatilisation*

La volatilisation peut être un facteur important de l'élimination des matières actives organiques. DECKER (13) établit une certaine corrélation entre les pertes pour quelques insecticides et leur tension de vapeur. Le Lindane déposé en film mince sur des surfaces inertes se volatilise très rapidement.

### *Transformation chimique*

Sous l'influence des radiations solaires et de l'oxygène ou de l'eau, certaines matières actives sont transformées. Il s'agit dans ce cas d'une modification dans la nature du résidu qui prend selon les composés une signification physiologique différente. Ainsi le DDT est transformé en composés inactifs (21bis) mais l'aldrine et l'heptachlore donnent naissance à leurs époxydes actifs et plus persistants qu'eux (GANNO et DECKER) (18).

Selon les cas, les transformations résultent d'hydrolyse (parathion, malathion, pentachloronitrobenzène), d'oxydation (aldrine, dieldrine, DDT), de déshalogénéation (DDT), de carbonatation (bouillie bordelaise).

Les propriétés physiques des nouveaux composés peuvent favoriser l'élimination de tout résidu ou la retarder.

### *Pénétration des pesticides dans les tissus végétaux*

Un grand nombre des matières actives organiques peuvent pénétrer dans les couches cuticulaires ou subcuticulaires de la plante en raison de leur solubilité dans les huiles, les cires, ou les essences végétales.

Elles y sont protégées contre l'action des agents extérieurs. Elles peuvent cependant reparaitre en surface par un phénomène de partage avec les milieux hydriques.

L'évolution des résidus sur certaines plantes est très nettement modifiée par suite de cette mise en réserve.

C'est ainsi que CARMAN et al. (10) ont pu établir la longue persistance de résidus dans la peau des oranges et des citrons : plusieurs mois après l'application il a été retrouvé des quantités d'insecticides atteignant parfois plusieurs mg par kg de peau.

Ces auteurs ont également montré que la nature de la spécialité intervenait de façon très importante, ainsi pour le même taux d'épandage les résidus sont de 6,4 ppm lorsque le parathion est appliqué sous forme de poudre mouillable et de 10,5 ppm lorsqu'une préparation émulsionnable est employée.

Ils ont encore pu déduire des nombreuses analyses effectuées sur des échantillons diversement traités que la pénétration est favorisée par des températures ambiantes plus élevées.

Les substances pénétrant dans les tissus sont soumises à des processus de dégradation biochimique.

De cette pénétration plus ou moins superficielle, dérive un mode d'action « en profondeur » intermédiaire entre les effets de surface et endotherapiques.

#### *Dépôts de produits endotherapiques (ou systémiques)*

Les produits endotherapiques ont la propriété d'être transportés plus ou moins uniformément dans une plante à partir de l'endroit où ils ont été déposés. A partir du sol ils sont absorbés par les racines et diffusés dans l'ensemble de la plante.

Déposés sur une tige, ils pénètrent dans les tissus et sont pris dans la sève ascendante. A partir d'une feuille ils parviennent à atteindre d'autres organes.

Le résidu prend donc un aspect nouveau, puisque on peut déceler la substance pesticide dans une partie de la plante où elle n'a pas été déposée.

En ce qui concerne l'évolution des dépôts de surface des produits endotherapiques, ce qui a été dit précédemment sur le rôle des agents atmosphériques reste valable, mais à ces facteurs d'élimination s'ajoutent les phénomènes de pénétration, de transport et de dégradation biochimique. Beaucoup de travaux ont été faits sur ces sujets. Il n'est pas question ici d'étudier en détail ces problèmes. D'excellentes mises au point ont été publiées récemment (4,5).

Chaque produit, après application, constitue un cas particulier. Nous nous contenterons de quelques indications qui ont quelques valeurs générales.

#### *Pénétration*

La pénétration est parfois très rapide. HASCOËT (28) travaillant sur endothion (diméthyle thiolo phosphoryl méthyl 2 méthoxy 5 pyrone 4) marqué au  $^{35}\text{S}$  a suivi la pénétration des différentes conditions d'ambiance.

Expérimentant en atmosphère sèche et humide, il a pu montrer que l'absorption augmente avec la température et est plus importante en atmosphère humide.

La température, l'éclairement sont des facteurs dont l'action est très marquée (BENNETT et THOMAS) (6,7).

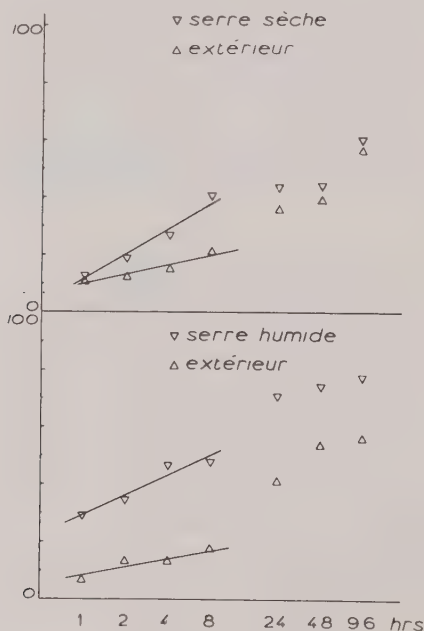


FIG. 3 — Influence de l'état hygrométrique sur la pénétration de l'endotherion (Hascoët)

### Transport

DAVID (11, 12), METCALF et col. (26, 27), BENNETT and THOMAS (6, 7), TIETZ (37), WEDDING (40) entre autres ont étudié le problème du transport dans la plante des insecticides systémiques.

A partir des racines, le transport a lieu dans toutes les directions. A partir d'une feuille il peut y avoir des directions privilégiées qui sont mises en évidence par absorption par le pétiole sectionné d'une feuille. Avec ce dispositif expérimental non seulement la substance ne se retrouve pas dans les feuilles successives, mais encore dans le cas d'une feuille composée comme celle de la tomate, elle gagne seulement la moitié des folioles (22).

### *Dégradation*

C'est le phénomène le plus important car il se produit d'une façon très générale tout au moins en ce qui concerne les composés phosphorés. Constatée d'abord avec le Schradan la dégradation fut mise en évidence pour le déméton par HEATH et a fait l'objet des travaux très approfondis de METCALF et al (26, 27).

Le même type d'étude a été répété depuis pour d'autres composés : déméton-méthyle, disyston, thimet, phosphamidon, rogor.

Le résidu interne n'est donc plus composé du seul produit utilisé. Le produit initial est associé à ses produits de dégradation dont il faut déterminer la nature, l'activité et la toxicité.

Le processus de dégradation qui paraît le plus généralement répandu dans le cas des composés thiophosphorés, met en jeu des phénomènes d'oxydation. Mais d'autres mécanismes peuvent intervenir et dans le cas de l'endosulfan HASCOËT a démontré que l'un des produits de dégradation provenait de l'hydrolyse partielle de l'ester initial (22).

Le métabolisme en modifiant la nature chimique du produit appliqué entraîne des variations dans ses propriétés physiques et dans ses possibilités de transport et d'élimination. Ainsi le rogor soluble dans les huiles est oxydé en tiolphosphate qui est plus soluble dans l'eau que dans les lipides.

TIETZ (37) a prouvé que le phosphore de la molécule insecticide se retrouve partiellement dans les constituants normaux de la plante. HASCOËT a obtenu des résultats identiques dans le cas du soufre.

### *Excrétion et sudation*

Il a été prouvé que le pesticide systémique est excrété par les racines.

PARK and HEATH (27) ont démontré que pour certaines plantes comme le fraisier une partie du Schradan est éliminée par sudation.

Comme nous l'avons déjà dit l'excrétion par les feuilles replace le produit initial ou ses métabolites dans les conditions d'élimination des insecticides de surface.

### *Disparition des dépôts sous les influences combinées des divers facteurs*

De très nombreux travaux sont consacrés à la détermination des résidus des divers pesticides dans les conditions pratiques d'application sur les cultures les plus variées.

Certains auteurs se sont attachés à suivre la disparition du résidu en fonction du temps écoulé entre le dernier traitement et le prélèvement ou l'analyse.

Les chercheurs américains se préoccupent de rechercher si les récoltes dans les conditions normales ont des résidus inférieurs à ceux que la législation tolère

Dans des conditions variées sur pommes et pêches, DECKER et al. (14) n'ont pu déceler des différences vraiment nettes entre la poudre mouillable et l'émulsion.

WAITES and VAN MIDDELEN (39) en Floride sont arrivés à des conclusions identiques pour les résidus de toxaphène, parathion et malathion sur légumes divers.

Par contre KEISER and HENDERSON (24) ont obtenu sur trèfle des différences très nettes dans la persistance du DDT appliqué en suspension ou en émulsion.

Les courbes représentatives de la quantité de résidu en fonction du temps ont une allure exponentielle. GUNTHER et al (21) ont assimilé la persistance de l'insecticide à une réaction cinétique du premier ordre dont la représentation est linéaire en coordonnées semi-logarithmiques.

En conséquence, GUNTHER et BLINN (2) caractérisent par une durée de demi-vie la persistance d'un insecticide dans des conditions normales et sur un substrat défini. Cependant dans de nombreux cas un unique segment de droite est insuffisant pour traduire l'ensemble des données expérimentales et il est nécessaire de faire appel à deux représentations linéaires. Chaque segment peut être interprété : l'un représente la « dégradation », l'élimination rapide pendant les premiers jours du dépôt superficiel, l'autre la « persistance » du pesticide dans les tissus. A chaque phase correspond une demi-vie. Dans certains cas les auteurs font apparaître un troisième agent. La fig. 4 est extraite d'une

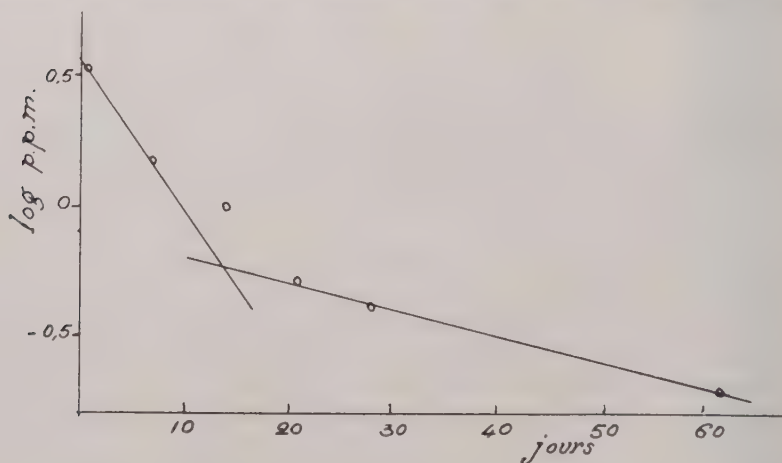


FIG. 4 — Décroissance des résidus en fonction du temps (Blinn et al.)



récente publication de BLINN et al. (8) et montre dans le cas des oranges et du malathion les deux phases de la disparition du produit caractérisée par des demi-vies de 7 à 32 jours.

### Conclusions

La connaissance des divers facteurs susceptibles d'influencer la disparition ou la persistance des insecticides et fongicides doit permettre de mieux préciser les conditions de doses et de date dans lesquelles doivent être effectués les traitements pour harmoniser les nécessités de la protection et de la défense de la santé publique.

---

### DISCUSSION

M. SOENEN A. (*Centre de Recherches de Gorsem, Belgique*).

— De quelles feuilles s'agit-il lorsque M. Viel parle d'une zone où l'infectabilité est la plus grande sur une feuille déterminée ? A-t-on jamais fait d'essais sur arbres fruitiers. Nous avons pu constater, en effet, que par unité de surface ni la sensibilité, ni la quantité de dépôt n'était la même selon l'âge de la feuille.

Réponse de M. VIEL G.

— Il s'agit de feuilles de tomates cultivées en serre. La répartition du produit avait été faite de façon très homogène lorsque les feuilles étaient petites et la répartition a été suivie à différents stades de la croissance.

CHILWELL E. (*Fisons Pest Control Ltd, Saffron Walden, Grande Bretagne*).

— When residue analysis is carried out to determine the possible « toxic hazard » the results must be related to toxicological studies. In this case the results are expressed as parts per million by weight. Under these circumstances the initial deposit is related not only to the amount applied but also to the surface area/volume ratio of the crop. In practice, this means that the residue by weight in fruit or compact vegetation (cabbage) is less than in leaves or open foliage.

DORMAL S. (*Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux, Belgique*).

— Quel produit de recouvrement a été utilisé pour démontrer la croissance irrégulière des feuilles ? N'y avait-il pas de volatilisation possible ?

Réponse de M. VIEL G.

— Nous avons utilisé les sels cupriques, donc aucune volatilisation n'était possible.

THIOLLIÈRE J. (*Péchiney-Progil, Lyon, France*).

— Je pense que les phénomènes de redistribution auxquels Mr. Viel vient de faire allusion ont une grande importance pratique. Le cas de la vigne est typique : si seules étaient protégées les parties atteintes par le fongicide (cuprique par exemple) lors de la pulvérisation, la protection obtenue contre le mildiou serait très mauvaise. On se souvient, en effet, que les infections se font à la face inférieure de la feuille de vigne alors que cette face, en pulvérisation ordinaire, ne reçoit que très peu de produit. La pluie transporte et « redistribue » la matière active.

Un excès d'adhésivité, comme on vient de le dire, peut diminuer l'efficacité en partie au moins, en empêchant cette redistribution de s'effectuer normalement.

## RÉFÉRENCES

- (1) H.P. BURCHFIELD. Physical chemistry of fungicidal action : Physical properties and chemical reactivities in relation to the effectiveness of fungicides. *Plant Pathology Golden Jubilee Volume of the Am. Path. Soc.* Madison 195.
- (2) F.A. GUNTHER, R. BLINN. Analysis of insecticides and acaricides. *Intersciences Publishers Inc.* New York 1955, 1<sup>e</sup> Éd.
- (3) J.G. HORSFALL. Fungicides and their action. *Chronica Botanica Company*, Waltham. Mas. 1945.
- (4) J.W. MITCHELL, B.C. SMALE et R.L. METCALF. Absorption and translocation of regulators and compounds used to control plant diseases and Insects. *Adv. in Pest Control research*, Vol. III. *Interscience Publishers Inc.* New York, 1960.
- (5) W.E. RIPPER. The status of Systemic insecticides in pest control practices. *Adv. in Pest Control research*, Vol. I *Interscience Publishers Inc.* New-York 1957.

## MÉMOIRES

- (6) R.F. BATT, S.H. BENNETT & W.E.D. THOMAS. The absorption translocation and breakdown of schradan applied to leaves with phosphorus 32 labeled material. I. Experimental techniques. *Ann. Appl. Biol.*, **41**, 475-483, 1954.
- (7) BENNETT J.E. & THOMAS W.D.E. The absorption translocation and breakdown of schradan applied to leaves using 32 P labelled material. *Ann. Appl. Biol.*, **41**, 484, 1953.
- (8) BLINN R.C., CARMAN G.E., EWART W.E., & GUNTHER F.A. Residual behavior of various insecticides on and in lemons and oranges. *J. Econ. Entomol.* **52**, 42-44, 1959.
- (9) BURCHFIELD H.P., & GOENAGA A. Some factors governing the deposition and tenacity of copper fungicide spray. *Phytopath.*, **19**, 141-156, 19, 1957.
- (10) CARMAN G.E., EWART W.H., BARNES M.M., GUNTHER F.A. Absorption of DDT and parathion by fruits. *Adv. Chem. Ser.*, **1**, 128-136, 1950.
- (11) DAVID W. and all Insecticidal action studies with OMPA containing 32Phosphorous. *Ann. Appl. Biol.*, **38**, 508-524, 1951.
- (12) DAVID W. & GARDINER B.O.C. Investigations on the systemic insecticidal action of sodium fluoracetate and of tree phosphorus compounds on Aphis fabae Scop. *Ann. Appl. Biol.*, **38**, 91-110, 1951.
- (13) DECKER d'après GUNTHER (p. 5).
- (14) DECKER G.C., WEINMAN C. J. and BARN J.M. A preliminary report on the rate of insecticide residue loss from teated plants. *J. Econ. Entomol.*, **43**, 919-927, 1950.
- (15) DORMAL S. et CAUSSIN R. Étude de la résistance à la pluie des dépôts de pulvérisation de DDT. C.R. 4<sup>e</sup> Congrès International pour la protection des plantes. Hambourg, 1957.
- (16) FUCHS W.H., STELLMACH G. and VOGEL J. Teilchen grösse und Wirkungsweise von Kupferpreparat. *Nachr. Blatt. deut. Pflanzenschutzdienst*, **8** (9), 133-135, 1956.

- (17) FAKUTO T.R., METCALF R.C., MARCH R.B. et MASCOU M.G. Chemical behavior of systox in biological system. *J. Econ. Entomol.*, **48**, 347-354, 1955.
- (18) GANNON and DECKER G.C. The conversion of heptachlor to its epoxide on plants. *J. Econ. Entomol.*, **51**, 4-7, 1958.
- (19) GANNON N. and DECKER G.C. The conversion of aldrin to dieldrin on plants. *J. Econ. Entomol.*, **51**, 4-7, 1958.
- (20) GOOSSEN H. L'importance de la résistance de la pluie pour les fongicides utilisés dans la lutte contre *Phytophthora infestans*. *Höfchen Briefe*, (Éd. française) **XI**, 70-80, 1958.
- (21) GUNTHER F.A., LINDGREN D.L., ELLIOT M.I., LA DUE J.P. Persistence of certain DDT deposits under field conditions. *J. Econ. Entomol.*, **43**, 919-927, 1946.
- (21b) GUNTHER F.A., CARMAN G. and ELLIOT M.I. Inhibition on the field decomposition of DDT spray deposits on citrus *J. Econ. Entomol.*, **41**, 895-900, 1948.
- (22) HASCOET M. Étude sur l'endothermion (communication privée).
- (23) HOPKINS L., GYRISKO G.G. et NORTON L.B. Effects of sun wind and rain on DDT dust residues on forage crops. *J. Econ. Entomol.*, 1952, **45**, 629-633, 1952.
- (24) KEISER I. and HENDERSON C.F. DDT spray formulations for control of white fringed beetles. *J. Econ. Entomol.*, **44**, 646-652, 1951.
- (25) KOVACHE A. and FICHEROULLE H. Sur l'utilisation des mouillants et des adhésifs comme adjuvants aux bouillies agricoles. *Ann. Epiph.*, N.S. **XI**, 235-243, 1945.
- (26) METCALF R.L. and MARCH R.B. Behavior of OMPA in citrus plants *J. Econ. Entomol.*, **45**, 988-997, 1952.
- (27) METCALF R.L., MARCH R.B. and MARION MAXON T.R. FUTUKO. *J. Econ. Entomol.*, **47**, 1045-1055, 1954.
- (28) PARK O. and HEATH A.F. Physical losses of phosphorus systems from plants. *C.R. 3<sup>e</sup> Congrès Int. Phytopharm.*, 742-746, Paris, 1952.
- (29) RABE W. Recherches concernant l'action du soufre mouillable sur les conidies de *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. *Höfchen Briefe*, (éd. française) **IX**, 1-68, 1956.
- (30) RAUCOURT M. Les résidus d'arsenic sur les pommes et les poires traitées contre le carpocapse. 2<sup>e</sup> partie. *Ann. Epiph.*, **4**, 589-598, 1938.
- (31) RICH S. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. *Phytopath.*, **44**, 203-213, 1954.
- (32) SLOAN M.J., RAWLINS W.A. and NORTON L.B. Factors affecting the loss of DDT and parathion residues on lettuce. *J. Econ. Entomol.*, **44**, 701-709, 1951.
- (33) SOMERS E. Studies of spray deposits I. Effect of spray supplements on the tenacity of a copper fungicide. *J. Sci. Food Agr.*, **7**, 160-172, 1956.
- (34) SOMERS E. and THOMAS W.D.E. Studies of spray deposits II. The tenacity of copper fungicides on artificial and leaf surfaces. *J. Sci. Food Agr.*, **7**, 655-667, 1956.
- (35) SOMERS E. Studies of spray deposits III. factors influencing the level of « run off » deposits of copper fungicides. *J. Sci. Food Agr.*, **8**, 520-526, 1957.
- (36) TASCHENBERG E.F. and AVENS A.W. DDT deposits on grapes as affected by growth and weathering. *J. Econ. Entomol.*, **53**, 269-276, 1960.

- (37) TIETZ H. L'absorption et le transport de l'ester diéthylthionophosphorique de l'éther s-oxyéthyl thioéthylque marqué de  $^{32}\text{P}$  dans des plantes supérieures. *Höfchen Briefe*, **7**, 1-55, 1954 (ed. française).
- (38) VIEL G. and RAUCOURT M. Les résidus de pesticides dans les traitements agricoles. *Med. Landbouwhogeschool opzoekingsstations van de Staat te Gent*, **XIX**, 311-339, 1954.
- (39) WAITES R.E. and VON MIDDELEM C.H. Residue studies of toxaphene, parathion and malathion on some Florida vegetables. *J. Econ. Entomol.*, **48**, 590-592, 1955.
- (40) WEDDING R.T. Plant physiological aspects of use of systemic insecticide. *J. Agr. Food Chem.*, **1**, 832-834, 1953.

## RÉSUMÉ

Les pesticides sont couramment déposés sur les plantes par l'intermédiaire d'un véhicule liquide, généralement l'eau, qui après évaporation laisse un réseau plus ou moins dense de particules de matière active. Les dépôts sont également le résultat d'une projection de matière pulvérulente sur le végétal.

A une concentration déterminée de la matière active dans la bouillie ou dans la poudre, correspond un dépôt maximum, car une surface végétale ne peut pas retenir n'importe quelle quantité de liquide. Au delà d'un seuil de quelques mg au  $\text{cm}^2$ , le liquide tombe de la feuille ou du fruit. L'adhérence d'une poudre est également limitée.

La matière active déposée s'élimine au cours du temps sous l'influence de divers facteurs. La connaissance des quantités de « résidu » à un moment donné et en particulier à la récolte est très importante au point de vue de l'hygiène.

Ces dernières années des notions nouvelles sur les dépôts et résidus de pesticides ont été acquises. Les résidus superficiels évoluant sous l'influence des agents extérieurs, pluie, vent, lumière, ne sont pas les seuls à considérer.

L'élimination des pesticides pénétrant dans les tissus des végétaux met en jeu des processus biochimiques. Les composés initialement déposés sur la plante pénètrent dans les tissus avec une vitesse et en proportion dépendant de leur nature. Ils sont ensuite successivement transformés en une série de produits dont les termes finaux ne sont ni actifs ni toxiques. Le résidu est donc de composition complexe et en évolution continue.

Chaque produit nécessite une étude particulière.

## The evolution of pesticide deposits into residues

### SUMMARY

Pesticide deposits generally result either from application by means of a liquid vehicle, usually water, which after evaporation leaves on the plants a more or less dense net-work of active particles, or by dusting pesticide powders.

To a definite concentration of active ingredients in the spray solution or the pesticide dust corresponds a maximum deposit, for a plant surface cannot

retain any quantity of liquid. Above the limit of a few mg. per cm<sup>2</sup> the liquid is dropping down from the leaves or fruits. The adherence of pesticide dusts is also limited.

The active substance is little by little eliminated under the influence of various factors. The quantitative determination of the residues at a given moment especially at the harvest is very important for hygienic purposes.

During the last years new knowledges about pesticide deposits and residues have been acquired. The superficial residues, which are evolving under the influence of external factors, like rain, wind, light, etc., are not the sole to be considered.

The elimination of pesticides penetrating in the plant tissues entail a series of biochemical processes. The initially deposited compounds penetrate into the plant at a speed and a proportion depending from their nature. They further change successively in a series of products, which finally are neither active nor toxic. Each product requires a particular study.

---

### **Über die Umwandlung von Insektiziden und Fungiziden Niederschlägen in Rückstände**

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Pflanzenschutzmittel werden im allgemeinen vermittlems flüssiger Tragstoffe, zumeist Wasser, auf die Pflanzen aufgebracht. Nach Verdunsten des Wassers bleibt auf den Pflanzen ein mehr oder weniger dichter Wirkstoffbelag zurück. Ebenso entstehen ähnliche Niederschläge nach der Anwendung von Stäuben.

Einer bestimmten Wirkstoff-Konzentration in der Spritzbrühe oder im Stäubemittel entspricht ein bestimmter maximaler Niederschlag, denn die Pflanzenoberfläche kann nur eine beschränkte Flüssigkeitsmenge festhalten. Über eine gegebene mg je Quadratzentimeter hinaus fällt die Flüssigkeit vom Blatt oder von der Frucht ab. Die Haftfähigkeit eines Stäubemittels ist ebenfalls begrenzt.

Die Wirkstoffrückstände werden allmählich abgebaut. Verschiedene Faktoren haben auf den Abbau Einfluss. Die Kenntnis der Rückstandswerte zu bestimmten Zeitpunkten und besonders zur Erntezeit ist sehr wichtig für die öffentliche Gesundheit.

In den letzten Jahren wurden neue Erkenntnisse über diese Niederschläge und Rückstände erworben. Oberflächen-Rückstände, die durch die Einwirkung äusserer Faktoren, wie Regen, Wind und Licht, abgebaut werden, dürfen nicht als einzige berücksichtigt werden. Der Abbau der Schädlingsbekämpfungsmittel, die ins innere Pflanzengewebe eindringen, ruft eine Reihe biochemischer Prozesse hervor. Die ursprünglich auf die Pflanzen aufgetragenen Substanzen dringen mit einer von ihrer Natur abhängigen Geschwindigkeit in die Pflanzen ein. Dort werden sie nach und nach in eine Reihe von Produkten transformiert, die am Ende weder noch aktiv noch toxisch sind. Die Rückstände sind demzufolge sehr komplex und in ständiger Verwandlung begriffen.

Jedes einzelne Produkt erfordert ein besonderes Studium.

---



# **Influence de la formulation sur la rémanence des insecticides et des fongicides**

par Émile TILEMANS

*Directeur de la Station de Phytopharmacie de l'État, Gembloux (Belgique)*

Quand on applique un pesticide sur une culture, il faut théoriquement déposer en chaque point du végétal à protéger, une quantité de substance toxique au moins égale au seuil d'efficacité biologique. Dans le cas des pesticides à action rémanente (ou préventive), cette quantité de substance doit rester disponible aussi longtemps que possible, après l'action des agents atmosphériques.

Pour satisfaire une telle exigence, on doit rechercher en premier lieu la répartition du pesticide sur le support, la plus homogène possible. Mais à l'heure actuelle, le potentiel d'efficacité des matières actives pesticides est très élevé, ce qui signifie que les quantités nécessaires de pesticides à déposer par unité de surface pour atteindre le seuil d'efficacité sont extrêmement faibles.

On se trouve ainsi devant le dilemme suivant : « d'une part une très petite quantité de matière à répandre et d'autre part une répartition qui ne sera homogène qu'à condition de répandre une quantité suffisante de matière ».

La solution réside donc dans la dilution de la matière active à répandre dans une autre matière, tout en lui conservant ses propriétés antiparasitaires intrinsèques. C'est là un des buts de la formulation.

En pratique, la dilution sera effectuée soit dans des matières solides pour les produits utilisés en poudrage, soit dans des matières liquides pour les produits utilisés en pulvérisation ou en nébulisation.

Mais il existe d'autres buts à poursuivre en formulation : la réduction du diamètre des particules en rapport avec le pouvoir de recouvrement et la surface de contact ; la conservation de l'activité antiparasitaire au cours du stockage, le comportement du produit fini pour un mode de traitement ou pour un type d'appareil de traitement bien déterminé et en dernier lieu l'augmentation de la propriété de rétention initiale et de ténacité.

On pourrait d'ailleurs définir la formulation, en phytopharmacie, comme suit : « La formulation est un ensemble de procédés qui consistent à présenter une matière active pesticide déterminée sous une forme telle qu'elle développe dans un traitement antiparasitaire défini,

son maximum d'efficacité biologique, tout en restant dans des limites économiques admissibles ».

Notre but n'est pas d'exposer les problèmes généraux impliqués dans la formulation des pesticides mais uniquement de rechercher l'influence de la formulation sur la rémanence des produits du point de vue efficacité sur le parasite.

De nombreux termes sont proposés pour définir les phénomènes dont nous nous proposons l'étude.

Dans le lexique français de Phytopharmacie (1), on définit l'adhérence comme étant un phénomène global comprenant la rétention initiale et la tenacité.

La rétention initiale est la fixation d'une substance, d'une préparation phytopharmaceutique, d'une bouillie ou d'une poudre sur le végétal traité, aussitôt après son application ; la ténacité est le maintien d'une substance, d'une préparation phytopharmaceutique, d'une bouillie ou d'une poudre sur le végétal traité après son application.

Le terme « dépôt » est synonyme de rétention initiale et « rémanence » synonyme de ténacité. Le terme « résidu » sous-entendant « résidu toxique » devrait plutôt s'appliquer dans un sens « toxicité pour l'homme et pour les animaux à sang chaud » et indiquerait le maintien du produit sur ou dans la plante, que ce produit soit le produit initialement déposé ou le produit dégradé par les agents chimiques, biochimiques et physiques, inhérents ou extérieurs à la plante.

Il importe, en effet, de ne pas confondre l'activité antiparasitaire d'un résidu avec son activité toxique pour l'homme, car le résidu d'un produit décomposé chimiquement peut toujours posséder une action toxique élevée pour l'homme, alors que l'action toxique pour le parasite est devenue nulle.

Concernant les divers adjuvants utilisés dans la formulation des pesticides, nous rencontrons les principaux termes suivants :

« *Matières de charge* » : ce sont des produits solides dont l'activité antiparasitaire est généralement nulle (à moins qu'il s'agisse dans certains cas bien précis de matières abrasives), qui sont utilisés soit pour diluer la matière active (on les appelle alors les *diluants*), soit pour améliorer certaines propriétés physiques (on les appelle des *adsorbants* ou *véhiculants*) ».

« *Surfactants* » ce sont des produits qui, par leur tensio-activité, modifient les propriétés physiques de surface ou d'interface, soit de la bouillie antiparasitaire lors de sa préparation, soit du végétal traité, lors de l'application (ou du parasite) ».

On distingue :

Les «*mouillants*» et agents d'étalement qui ont pour but de provoquer la mouillabilité et l'étalement du liquide sur la surface traitée.

Les «*dispersants*» qui assurent la désagrégation des agglomérats lors de la mise en suspension dans l'eau.

Les «*émulsifiants*» (ou émulsionnants) qui provoquent la dispersion d'un liquide dans un autre liquide auquel il n'est pas miscible.

Agents divers :

Les «*adhésifs*» sont des adjuvants qui augmentent la rémanence des produits sur la surface traités, en s'opposant au délavage par les agents atmosphériques.

Les «*solvants*» sont les produits qui servent à dissoudre les matières actives en vue de leur incorporation dans des concentrés liquides ou solides.

Quels sont les critères auxquels doit répondre un traitement antiparasitaire ?

Il n'est pas possible de fixer des critères immuables pour juger de la qualité d'un traitement antiparasitaire, car chaque type de lutte est en définitive un cas spécifique qui exigera des conditions et des critères spéciaux.

Toutefois, dans un sens général, on peut définir comme principaux les 3 critères suivants :

- 1) dépôt initial le plus élevé possible,
- 2) répartition du dépôt la plus homogène possible,
- 3) rémanence sur la surface traitée suffisamment grande afin d'éviter l'emploi répété de traitements au cours d'une même période de végétation.

Si le mode de traitement est un facteur primordial pour réaliser ces 3 exigences, on peut dire que par un même mode de traitement, les caractères physiques du produit formulé auront une influence prépondérante. C'est pourquoi on exige des spécialités phytopharmaceutiques certaines qualités physiques afin d'assurer un recouvrement suffisant et une adhérence satisfaisante.

Les matières actives pesticides sont dans la majorité des cas, formulées sous trois types différents :

- les produits pulvérulents pour poudrage
- les poudres mouillables pour pulvérisation et nébulisation
- les concentrés émulsionnables pour pulvérisation et nébulisation.

Comment la formulation peut-elle influencer la rémanence du pesticide dans chacun de ces types de produits ?

Le premier facteur commun à chaque type de produits est la stabilité chimique. Il est évident que la rémanence est fonction de la stabilité chimique et il importe de connaître les conditions de dégradation du pesticide.

Un pesticide peut être chimiquement décomposé en 4 étapes différentes :

- 1) lors de sa fabrication
- 2) lors du stockage du produit fabriqué
- 3) lors de l'application
- 4) après l'application.

1) *Lors de sa fabrication*

C'est surtout dans ce cas, une question d'élévation de température pendant les opérations de broyage généralement liée à une réaction d'oxydation : le cas classique nous est fourni dans le broyage du soufre. Pour des substances thermolabiles l'industrie fournit des broyeurs à refroidissement interne pouvant travailler indifféremment en atmosphère ordinaire ou en atmosphère inerte.

2) *Lors du stockage du produit formulé*

Dans ce cas interviennent spécialement les actions des adjuvants utilisés dans la formule.

Les matières actives pesticides possèdent des caractéristiques chimiques spécifiques. Certaines sont décomposables en milieu alcalin (DDT, lindane, malathion, parathion), d'autres en milieu acide (diazinon, Dimite, phosdrin), d'autres encore en présence de vapeur d'eau (Tepp).

Or, les adjuvants possèdent également des caractéristiques chimiques spécifiques. Ils rendent le milieu acide ou basique et ils contiennent des taux en humidité parfois très élevés.

En mettant au point la composition de ses spécialités phytopharmaceutiques, le formulateur devra tout d'abord tenir compte de la nature chimique des adjuvants par rapport à la nature chimique de la matière active. Un adjuvant à réaction acide ne sera pas employé avec une matière active décomposable en milieu acide. Une erreur de cet ordre serait à la base de produits inefficaces. Ainsi, PASS et PEARCE (11) signalent que dans les premiers essais avec le miticide DMC, aucune efficacité biologique ne fut observée parce que le produit avait été initialement formulé avec des matières de charge à réaction acide qui décomposaient la matière active. Le DMC, étudié de

nouveau quelques années plus tard, mais formulé avec des matières de charge à réaction alcaline, a montré qu'il avait un pouvoir miticide des plus élevés.

L'étude de la décomposition de la matière active lors du stockage est loin d'être simple, car de nombreux facteurs y sont impliqués. Dans une recherche sur la décomposition du malathion, notre laboratoire a pu mettre en évidence l'action combinée du pH et de la teneur en humidité (4). Nous avons, en effet, observé que le malathion formulé avec des matières de charge à réaction très alcaline mais à taux en humidité très faible se dégradait beaucoup moins que lorsqu'il était formulé avec des matières de charge à réaction faiblement alcaline mais à taux d'humidité très élevé.

Il importe aussi de connaître l'activité de surface des matières de charge (symbole  $pK_a$ ). MALINA et ses collaborateurs (9) ont montré qu'il existait une corrélation entre la dégradation de l'heptachlor formulé à l'état de poudre et l'acidité de surface des matières de charges utilisées dans la formule. YAFFE (14) émet une conclusion semblable dans le cas de l'aramite. Pour annihiler l'activité de surface, ces auteurs préconisent l'addition d'« agents de désactivation » parmi lesquels les glycols seraient les plus indiqués.

Il faut encore ajouter l'activité catalytique due à la composition minérale des matières de charge. Le cas chimique est la décomposition catalytique du DDT par le fer, rapporté par FLECK et HALLER (2).

Les tableaux I et II résument les caractéristiques chimiques et physiques principales des matières actives et des matières de charge les plus généralement utilisées. Ils peuvent servir d'aide lors du choix des adjuvants en formulation.

### 3) *Lors de l'application*

Les cas de dégradation chimique lors de l'application sont de deux ordres :

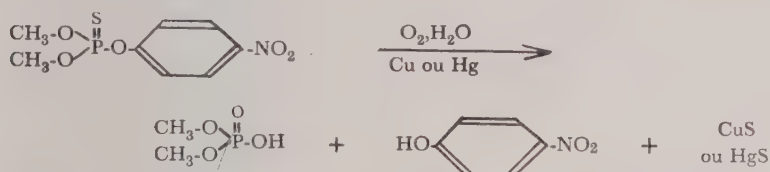
- a) l'action de l'eau,
  - b) l'utilisation des mélanges de spécialités antiparasitaires.
- a) L'action de l'eau peut se manifester soit dans des réactions de l'hydrolyse (assez rares d'ailleurs), soit par la présence de sels qu'elle contient en dissolution. Dans ce dernier cas, il s'agit plus spécialement d'un phénomène physique de précipitation, tel qu'on le rencontre dans le cas de l'acide 2,4-D.
  - b) L'utilisation de spécialités antiparasitaires en mélange est beaucoup plus importante à considérer, car elle peut donner lieu à des décompositions complètes de la matière active. Une étude sur ce sujet a été publiée par J. HENRIET en 1952 (5).



4) *Après l'application*

Il faut tenir compte que dans certains cas, le mélange peut être considéré comme compatible au moment de l'emploi, mais comme incompatible au point de vue de la rémanence, parce que la réaction de dégradation chimique ne s'effectuera qu'après l'application sur le végétal traité.

Ainsi le méthyl parathion utilisé en mélange avec certains sels de cuivre ou de mercure perd son activité rémanente, parce qu'il est décomposé en présence d'oxygène suivant la réaction, décrite par MUTA et ses collaborateurs (10),



en donnant naissance à des composés dépourvus de propriétés anti-parasitaires. Un tel mélange, dont les constituants sont réputés à « action rémanente longue » ne possèdera qu'une action dans le temps relativement courte, par suite de leur dégradation chimique.

Remarquons en dernier lieu que dans le cas des mélanges, il faut non seulement tenir compte des matières actives, mais également des adjuvants, car les matières actives peuvent être compatibles alors que les adjuvants ne le sont pas. De cette incompatibilité entre adjuvants, peuvent résulter soit des floculations de suspension, soit des instabilités d'émulsions avec les conséquences néfastes sur la qualité du traitement antiparasitaire et sur la rémanence des produits.

Si la décomposition chimique de la matière active est un facteur commun aux différents types de produits formulés, il existe des facteurs spécifiques à chaque type de produits qui peuvent influencer la rémanence.

**1<sup>er</sup> cas : produits pulvérulents pour poudrage**

Le poudrage est une technique d'application qui consiste à disperser grâce à un courant d'air, une quantité relativement faible d'un produit antiparasitaire pulvérulent, sec et fin.

Les avantages du poudrage sont : économie de temps et rapidité d'exécution, matériel peu coûteux et souvent peu compliqué, aucun transport d'eau. Ces inconvénients : homogénéité de la répartition difficile à réaliser, dépôt initial peu important, rémanence très faible.

La rémanence très faible est due d'une part au manque d'homogénéité dans la répartition du pesticide (ce qui signifie des zones surchargées de produit à côté de zones déficientes en produits), au dépôt initial peu important — (ceci étant dû à différentes circonstances telles que entraînement par le vent, courant de convection, barrière électrostatique) — mais elle est due aussi au fait que les particules déposées par le poudrage n'adhèrent pas fermement au substrat végétal étant en quelque sorte isolées par un index d'air et par les pilosités éventuelles de la surface végétale. Ce manque de fixation est cause de l'élimination des particules par suite du mouvement des feuilles sous l'action du vent. En d'autres termes, l'élimination (donc l'absence de rémanence) est due à une action mécanique, soit du vent, soit également d'une pluie à larges gouttes (6).

Connaissant les défauts du poudrage, on peut en rechercher les remèdes.

Citons pour mémoire les améliorations apportées aux appareils pour augmenter l'homogénéité de la répartition et du dépôt initial (p. ex. le poudrage humide, le poudrage électrostatique) pour discuter uniquement l'influence de la formulation sur la rémanence des produits utilisés en poudrage.

### *1<sup>er</sup> Facteur : dimension des particules*

HENRIET (6) a pu mettre en évidence en déterminant l'adhésivité des poudres à l'appareil Voelkel que, pour une même poudre, l'adhésivité augmente lorsque le diamètre des particules diminue, mais qu'à partir d'un certain diamètre (aux environs de  $7\ \mu$ ), l'adhésivité diminue lorsque le diamètre des particules diminue. Ce fait s'explique par la tendance qu'ont les très petites particules d'adhérer entre elles et de former des agglomérats. Ces agglomérats pouvant être assimilés à de très grosses particules, ne possèdent qu'une adhérence très faible.

En outre, les très fines particules sont trop facilement entraînées par le vent et par les courants de convection et ne peuvent traverser la couche électrostatique entourant les végétaux.

Il importe donc que le broyage des produits pour poudrage ne soit pas poussé à l'extrême (comme il peut l'être pour les poudres mouillables), si on désire obtenir un dépôt initial élevé et une meilleure rémanence.

En pratique, la répartition granulométrique d'un produit pour poudrage sera située entre 10 et  $44\ \mu$ . Au delà de  $44\ \mu$ , non seulement l'adhésivité sera faible, mais l'efficacité biologique elle-même sera considérablement réduite.

### *2<sup>e</sup> Facteur : augmentation du pouvoir de fixation*

Puisque dans le poudrage, la particule repose sur un index d'air, le meilleur remède à appliquer est d'éliminer cet index d'air en modifiant les tensions superficielles aux contacts végétal — air — particule. D'où la pratique d'ajouter dans les produits une certaine quantité d'agents tensio-actifs.

Les agents tensio-actifs utilisés dans ce but auront la particularité d'être facilement solubles dans l'eau, et fortement tensio-actifs, car leur efficacité dépendra de la rapidité avec laquelle ils se dissolveront dans l'eau de rosée ou d'une pluie très fine et de l'importance de l'abaissement de tension superficielle. A cet égard, le poudrage humide et le poudrage après une pluie peuvent être déterminants.

L'addition d'un tensio-actif aux produits pour poudrage les rapprochent dans une certaine mesure des poudres mouillables et leur confère une rémanence plus élevée.

### *3<sup>e</sup> Facteur : la fluidité (free flowing) du produit*

La fluidité d'un produit pulvérulent pour poudrage est une qualité essentielle pour l'homogénéité du dépôt et de là pour la rémanence. En effet, un produit qui a le défaut d'être colmatant fournit une répartition très irrégulière, car l'alimentation dans la chambre de dispersion de la poudreuse est essentiellement variable puisque s'effectuant par à coup. De plus, un produit colmatant renferme généralement de gros agglomérats qui influenceront la dispersibilité et dont l'adhésivité sera très faible.

En formulation des produits pour poudrage, le défaut de colmatation peut être dû à un taux en humidité trop élevé pour des matières de charge peu absorbantes. Mais souvent la cause réside dans un choix inadéquat des tensio-actifs dont certains sont colmatants soit par leur nature physico-chimique, soit par suite du phénomène d'hygroscopicité.

C'est pourquoi nous attirons l'attention sur le choix judicieux des tensio-actifs. Le bénéfice qu'on désire retirer en augmentant la mouillabilité et de là l'adhérence par l'addition d'agents tensio-actifs dans les produits pour poudrage est largement perdu et parfois même devient déficitaire, pour que, par suite d'un défaut de colmatation, la répartition, la dispersibilité et, de là, la rémanence seront déficientes.

### *4<sup>e</sup> Facteur : l'homogénéité de la poudre*

On admet généralement que la répartition granulométrique de la matière de charge doit être aussi voisine que possible de celle de la ma-

tière active, afin d'éviter une séparation des constituants lors de l'application (phénomène de ségrégation).

HADAWAY et BARLOW (3) étudiant l'influence du rapport matière active/matière inerte (qui est toujours très faible dans le cas des produits pour poudrage) sur l'efficacité biologique, ont observé un phénomène de masquage des particules actives par les particules inertes d'autant plus important que le rapport est plus petit.

Dans un même ordre d'idées ISENHOUR et BROWN (8) ont décrit que pour un même rapport matière active/matière inerte, un phénomène identique de masquage de particules actives s'observait lorsque le diamètre des particules inertes décroissait. Ils proposaient donc de formuler avec des particules de matière active très petites réparties dans un diluant plus grossier afin d'éviter le masquage.

A notre avis, si une telle hypothèse est logiquement valable, il ne faut cependant pas rechercher des diluants très grossiers, car tenant compte de la densité absolue du diluant généralement supérieure à celle de la matière active, on risque une ségrégation des particules d'autant plus importante que l'appareil utilisé est à grand rayon d'action. Le manque d'efficacité et d'action rémanente dans les traitements de forêts par poudrage est souvent dû à la ségrégation des particules qui protègent très bien une zone étroite où le produit actif a été distribué en excès, alors que les autres zones n'ont reçu qu'une infime partie de la matière active.

## **2<sup>e</sup> cas : poudres mouillables**

Ces poudres sont destinées à l'application par pulvérisation ou nébulisation. Elles doivent former avec l'eau une suspension constituée par une phase solide finement divisée dans une phase liquide.

Alors que dans le poudrage l'élément véhiculant est un gaz (l'air) dans lequel les particules solides sont dispersées, dans la pulvérisation, au contraire, les particules solides sont dispersées dans un véhiculant liquide.

En poudrage, la particule solide active atteint le végétal en fonction de ses caractères propres : grosseur et densité. En pulvérisation, les caractères des gouttes depuis le stade « émission à partir de la tête de jet » jusqu'au stade « arrivée sur le végétal traité » sont prédominants sur ceux de la particule solide active en suspension dans la goutte.

Une différence aussi essentielle est à la base des qualités différentes qu'on exige des poudres utilisées dans l'un ou l'autre type de traitement.

*1<sup>er</sup> Facteur : concentration en matière active*

Les matières actives utilisées en poudrage sont obligatoirement diluées dans des matières de charge. En pulvérisation, par contre, elles ne doivent pas l'être au moment de la formulation puisque la dilution s'effectue ultérieurement dans le liquide de pulvérisation. En pratique, les matières actives sont diluées à un certain degré dépendant de la nécessité des adjuvants et surtout des difficultés de broyage.

Dans les poudres mouillables, le phénomène de masquage par les particules inertes est réduit à son minimum.

De plus, la dilution nécessitée pour obtenir une répartition homogène est effectuée dans un volume d'eau nettement plus important que le volume de poudre utilisé en poudrage, le réglage de l'appareil de pulvérisation est plus facilement réalisé.

En conséquence, la pulvérisation donne un dépôt plus régulier, plus homogène et après évaporation de l'eau utilisée dans le traitement, la quantité totale de matières déposées (matière active + matière inerte) est moins élevée alors que la quantité de matières actives est identique. Tous ces facteurs sont susceptibles d'augmenter la rémanence.

*2<sup>e</sup> Facteur : finesse des particules*

En poudrage, nous avons vu qu'il fallait respecter un diamètre limite afin d'éviter l'entraînement par le vent, la non déposition par suite des courants de convection et des barrières électrostatiques, et la tendance à l'agglomération. En pulvérisation au contraire, ces inconvénients ne se rencontrent pas, puisque les caractères de la particule ne sont pas prédominants au stade « arrivée sur le végétal ». On peut donc exiger des diamètres de particules extrêmement faibles. Or, en phytopharmacie, il existe une grande loi générale « Plus les particules sont petites, plus la surface de contact est grande, plus l'indice de recouvrement est important, plus les forces d'adhésivité sont élevées, meilleure est la rémanence. Plus le produit est donc efficace ».

Cette loi doit, cependant, être amendée en ce qui concerne la rémanence des pesticides à tension de vapeur élevée. En effet, la rémanence de ces produits est d'autant moins longue que le diamètre des particules est plus petit. Dans les applications où une durée d'action la plus longue possible est recherchée, il y a tout intérêt à ne pas broyer trop finement le produit.

*3<sup>e</sup> Facteur : le diluant « eau »*

En poudrage, les particules sont posées sur un index d'air, ce qui représente une fixation relativement faible qu'on peut corriger par



l'addition d'agents tensio-actifs. En pulvérisation, l'index air est remplacé par un index eau. Étant donné la très haute tension superficielle de l'eau on peut objecter que la fixation ne sera pas meilleure et cela d'autant plus que la surface végétale est difficile à mouiller. Il est donc nécessaire d'abaisser la tension superficielle du liquide pulvérisé afin d'augmenter le pouvoir de fixation. C'est pourquoi on ajoute dans la formulation des agents tensio-actifs.

Contrairement au poudrage, où les agents tensio-actifs n'agissent qu'au moment de la rosée, en pulvérisation, ils agissent immédiatement au moment où la goutte atteint la surface végétale. Ils provoquent l'étalement de la bouillie et favorisent l'homogénéité de la répartition.

Après évaporation de l'eau, il reste une très légère couche de produit fixé directement sur l'épiderme foliaire et dont l'adhésivité est très élevée. Remarquons que cette adhésivité reste cependant fonction de la nature chimique de la matière active. Ainsi, en essais comparatifs, le zénèbe adhère moins fortement que l'oxychlorure de cuivre.

#### *4<sup>e</sup> Facteur : la présence d'adhésifs*

Si la ténacité est plus élevée en pulvérisation qu'en poudrage, elle n'atteint cependant pas encore les valeurs estimées nécessaires pour éviter les répétitions de traitements au cours d'une même période de végétation. Aussi, on a cherché à augmenter la rémanence par addition d'agents tensio-actifs lors de la formulation.

L'utilité de tels adjuvants a souvent été cause de nombreuses controverses, certains chercheurs niant l'avantage des adhésifs, d'autres, par contre, y trouvant un grand intérêt.

Pour discuter ce problème, il faut, au préalable, faire une distinction nette et essentielle de l'augmentation de l'adhésivité envisagée sous l'angle efficacité biologique et sous l'angle quantité de matière persistante déterminée par voie chimique.

L'adhésif peut, en effet, augmenter significativement la quantité de matière active sur la feuille alors que l'efficacité biologique devient pratiquement nulle.

Ceci s'explique par le fait que la matière active est enrobée dans l'adhésif et soustraite au contact des parasites.

Un tel phénomène a été décrit par HORSTEIN et ses collaborateurs (7) en étudiant comme adhésif l'Arochlor 5460 (chlorinated terphenyl). Dans tous les cas, la quantité de matières actives déterminée chimiquement après action des agents atmosphériques, est plus élevée en présence d'Arochlor quel que soit le pesticide. Mais biologiquement, alors que certains pesticides (tels le DDT et le malathion) ne développent plus qu'une très faible activité, d'autres (tels le lindane) mon-

trent une très bonne efficacité qui perdure pendant un temps très long.

Le lindane est un pesticide à tension de vapeur élevée ; le DDT et le malathion, à tension de vapeur faible. De plus le lindane est potentiellement plus actif.

Ceci signifie que les molécules de lindane peuvent traverser le film adhésif et se recondenser en surface en quantité suffisante pour être biologiquement actives, tandis que les molécules de DDT et de malathion, étant en nombre trop réduit à la surface du film, ne sont plus biologiquement actives.

Par conséquent, un adhésif, en freinant l'émission des vapeurs des matières actives pesticides relativement très volatiles, en augmente considérablement l'activité biologique rémanente, mais le même adhésif utilisé dans les mêmes conditions avec des matières actives peu ou pas volatiles, supprime toute activité biologique rémanente.

Notons que dans la considération précédente, il est nécessaire de faire intervenir également l'activité potentielle du produit antiparasitaire, car pour être biologiquement active, la surface du film doit contenir par unité de surface une quantité de pesticide au moins égale au seuil d'efficacité biologique (ce dernier est fonction du pouvoir antiparasitaire du pesticide).

Mais si le choix d'un adhésif doit être effectué avec soin il faut encore que sa concentration soit définie avec exactitude. VAN TIEL (13) a montré qu'il est possible d'augmenter la toxicité résiduelle des solutions de DDT par l'addition de résines de coumarone. Suivant ce chercheur l'addition de résine à du DDT a un double effet :

1) Un effet de synergie par suite de la réduction de la dimension des cristaux due à une évaporation plus lente du solvant volatil (d'où augmentation de la surface de contact).

2) Un effet d'antagonisme dû au « masquage » des cristaux par la résine. Il existe un rapport  $\frac{\text{résine}}{\text{DDT}}$  optimum pour lequel l'effet de synergie est maximum et l'effet d'antagonisme minimum.

### 3<sup>e</sup> cas : les concentrés émulsionnables

Un concentré émulsionnable est un système liquide dans lequel la matière active pesticide est solubilisée dans un solvant adéquat. En mélange avec l'eau, il forme une émulsion caractérisée par la dispersion du solvant sous forme de gouttelettes très fines. Le solvant contenant la matière active pesticide en dissolution constitue généralement la phase

dispersée ou discontinue tandis que l'eau constitue la phase dispersante ou continue.

Les concentrés émulsionnables sont utilisés en pulvérisation ou en nébulisation. L'influence du véhiculant « eau » sur la rémanence du pesticide, telle qu'elle a été décrite pour les poudres mouillables, est applicable aux concentrés émulsionnables.

Il faut cependant noter que le diamètre des globules dispersés, dans une émulsion de haute stabilité, est extrêmement faible. Il se fait un dépôt plus homogène encore que dans le cas des poudres mouillables. De plus, après évaporation du solvant, la matière active pesticide se cristallise en cristaux microscopiques adhérant fortement aux moindres aspérités de la surface foliaire.

L'adhésivité des pesticides utilisés en concentrés émulsionnables est supérieure à celle obtenue avec les poudres mouillables.

Concernant la rémanence, il faut envisager les concentrés émulsionnables sous un aspect différent des poudres mouillables.

Alors que le dépôt des poudres mouillables reste fixé en surface, du moins pour les pesticides qui n'ont pas la propriété d'être systémiques, il peut y avoir, dans le cas des concentrés émulsionnables, pénétrabilité dans le support végétal. SATYANARAYANA (12) a observé que dans l'application de certaines émulsions à base de DDT sur pommiers, le DDT pénétrait avec le solvant dans les premières couches parenchymateuses des surfaces foliaires et y restait très fermement fixé.

La nature du solvant et spécialement sa propriété de pénétrabilité et son pouvoir de dissolution du pesticide utilisé, sont prépondérants dans la fixation de la matière active dans le parenchyme végétal.

En choisissant un solvant convenable dans la formule, on peut augmenter très fortement la rémanence d'un pesticide utilisé en concentré émulsionnable, puisque, fixé à l'intérieur même de la feuille, il n'est plus soumis à l'action des agents atmosphériques. Considérant le point de vue biologique, cela signifie que le pesticide perd son action de contact mais conserve toujours sa toxicité d'ingestion. Il est donc toujours valable contre les insectes du type broyeur.

La rémanence est-elle fonction de la stabilité de l'émulsion ?

Il est très difficile de répondre à cette question, car peu de données sont disponibles dans la littérature sur ce sujet.

Certes, la stabilité de l'émulsion conditionne l'homogénéité de la répartition, qui est facteur de la rémanence.

On peut cependant craindre dans une émulsion trop stable et surtout pour des produits autoémulsionnables, qu'une remise en émulsion au moment d'une pluie survenant tôt après le traitement, ne soit cause d'un lessivage très rapide du produit.

C'est pourquoi certains chercheurs donnent la préférence aux « quick breaking emulsions » qui possèdent une stabilité suffisante pendant le traitement, mais qui, en se brisant au contact de la feuille, assurent une meilleure fixation.

### Conclusions

Nous avons longuement décrit la dégradation chimique de la matière active, car c'est là un des premiers facteurs qui conditionne la rémanence. Mais en guise de conclusion, nous voudrions attirer tout spécialement l'attention du formulateur sur l'impérieuse nécessité de choisir en connaissance de cause les divers adjuvants utilisés en formulation. Une matière de charge adéquate permettra de conserver toute la valeur antiparasitaire du pesticide. Un mouillant n'est jamais identique à un autre mouillant. On ne remplace pas dans une formule un mouillant par un autre sans établir le comportement physico-chimique de la nouvelle formule. Un adhésif qui donne d'excellents résultats avec une matière active déterminée, devra être écarté dans la formulation d'une autre matière active. Un tensio-actif dans un produit pulvérulent pour poudrage peut, s'il est mal adapté, donner des résultats diamétralement opposés à ceux qu'on espérait. Le choix du diamètre des particules est de toute première importance non seulement sur la répartition du dépôt mais aussi sur la ténacité du produit.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir résolu entièrement le problème de l'influence de la formulation sur la rémanence des produits pesticides. Nous avons simplement eu pour but d'en indiquer les grandes lignes.

La recherche de tests physiques, tels que, par exemple, granulométrie, adhésivité aux chocs, résistance au lessivage, mouillabilité et tension superficielle, pénétrabilité, en relation avec l'activité biologique, devrait permettre d'évaluer, à priori, l'efficacité des spécialités phytopharmaceutiques.

J'adresse mes plus vifs remerciements à Monsieur Jean Henriët, Chef de Travaux à la Station de Phytopharmacie, pour toute l'aide qu'il m'a apportée dans la rédaction de la présente communication.

TABLEAU 1

| point<br>fusion  | point<br>solidific. | point<br>ébullition | dens.<br>abs. moléc. | poids<br>moléc. | Stabilité en milieu<br>neutre alcalin acide<br>(hydr.) | tension de vapeur | eau                            | alcools                        | Solubilité dans :<br>cétones paraffi-<br>niques | aroma-<br>tiques | solvants<br>halogénés |
|------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|------------------|-----------------------|
| aldrin           | —                   | 49°-60°             | 1,57                 | 364,9           | oui                                                    | oui               | 6 × 10 <sup>-1</sup> à 25° C   | 0,1 ppm                        | ps                                              | s                | ts                    |
| captan           | 158°-164°           | —                   | 1,74                 | 300,6           | oui                                                    | non               | oui                            | i                              | ps                                              | i                | s                     |
| chlorbenside     | 72°                 | —                   | 1,42                 | 269,2           | oui                                                    | oui               | 6,1 × 10 <sup>-3</sup> à 40° C | i                              | ts                                              | f                | ts                    |
| chlordan         | —                   | —                   | 1,63                 | 408,8           | oui                                                    | non               | oui                            | i                              | s                                               | s                | s                     |
| chlorthion       | —                   | 175° C à 2 mm       | 1,44                 | 297,7           | lente                                                  | non               | 2,2 × 10 <sup>-3</sup> à 20° C | 40 ppm                         | s                                               | ps               | s                     |
| DDT              | —                   | —                   | 1,39                 | 354,5           | oui                                                    | non               | oui                            | 1,5 × 10 <sup>-2</sup> à 20° C | ps                                              | ps               | ts                    |
| DDVP             | > 89°               | —                   | 1,42                 | 227,0           | oui                                                    | non               | oui                            | 1 %                            | s                                               | s                | s                     |
| Delnav           | —                   | 86° C à 3 mm        | 1,26                 | 456,6           | oui                                                    | non               | oui                            | i                              | s                                               | s                | s                     |
| Demeton          | —                   | 134° C à 2 mm       | 1,12                 | 258,3           | non                                                    | non               | 1 × 10 <sup>-2</sup> à 33° C   | 0,01 %                         | s                                               | s                | s                     |
| Diazinon         | —                   | 84° C à 0,002 mm    | 1,12                 | 304,4           | lente                                                  | oui               | 1,4 × 10 <sup>-4</sup> à 20° C | 0,04 %                         | s                                               | s                | s                     |
| Dieldrin         | 95° C               | —                   | 1,75                 | 380,9           | oui                                                    | oui               | 1,8 × 10 <sup>-2</sup> à 25° C | 0,1 ppm                        | ps                                              | ps               | s                     |
| Dipterex         | 78-80°              | 120° C à 0,4 mm     | 1,73                 | 257,5           | lente                                                  | non               | i / 10 <sup>-2</sup> à 20° C   | 14 %                           | s                                               | ps               | s                     |
| Endrin           | > 200°              | —                   | 1,75                 | 380,9           | oui                                                    | oui               | 2 × 10 <sup>-2</sup> à 25° C   | 0,1 ppm                        | ps                                              | ps               | s                     |
| EPN              | —                   | variable            | 1,27                 | 323,3           | oui                                                    | non               | 3 × 10 <sup>-4</sup> à 100° C  | i                              | s                                               | s                | s                     |
| Ethion           | —                   | -12°-15°            | 1,23                 | 384,5           | lente                                                  | non               | oui                            | i                              | s                                               | ps               | s                     |
| heptachlor       | 46°-74°             | 135° à 1 mm         | 1,57                 | 373,3           | oui                                                    | oui               | 3 × 10 <sup>-4</sup> à 25° C   | i                              | ts                                              | s                | ts                    |
| Lindane          | 112,5°              | —                   | 1,41                 | 290,9           | oui                                                    | non               | 3 × 10 <sup>-4</sup> à 20° C   | 10 ppm                         | ps                                              | ps               | s                     |
| Malathion        | 2,85°               | 156° à 0,7 mm       | 1,23                 | 330,4           | lente                                                  | non               | 4 / 10 <sup>-3</sup> à 30° C   | 145 ppm                        | s                                               | ps               | s                     |
| OMPA             | 20°                 | 140° à 2 mm         | 1,13                 | 286,3           | oui                                                    | oui               | 2,5 × 10 <sup>-4</sup> à 25° C | s                              | s                                               | ps               | s                     |
| parathion        | 6°                  | 157° à 0,6 mm       | 1,27                 | 291,3           | lente                                                  | non               | 3,8 / 10 <sup>-3</sup> à 20° C | 20 ppm                         | s                                               | ps               | ss                    |
| parathion méthyl | 29°                 | —                   | 1,36                 | 263,2           | lente                                                  | non               | 0,5 à 109° C                   | 50 ppm                         | s                                               | ps               | s                     |
| phosdrin         | —                   | 106° à 1 mm         | 1,25                 | 224,2           | peu                                                    | non               | 3 × 10 <sup>-3</sup> à 21° C   | s                              | s                                               | ps               | s                     |
| phosphamidon     | —                   | 162° à 1,5 mm       | 299,5                | lente           | non                                                    | oui               | oui                            | s                              | s                                               | s                | s                     |
| TEPP             | —                   | 104° à 0,08 mm      | 1,20                 | 290,2           | rapide                                                 | non               | oui                            | s                              | s                                               | ps               | s                     |
| thimet           | —                   | 118° à 0,8 mm       | 1,17                 | 260,4           | oui                                                    | non               | oui                            | s                              | s                                               | ps               | s                     |
| toxaphène        | 65-90°              | —                   | 1,66                 | 413,8           | oui                                                    | assez             | 1,3 × 10 <sup>-3</sup> à ?     | 50 ppm                         | s                                               | ps               | s                     |
|                  |                     |                     |                      |                 |                                                        |                   | 1 × 10 <sup>-4</sup> à 20° C   | i                              | ps                                              | ts               | ts                    |

s = soluble, i = insoluble, ps = peu soluble, ts = très soluble, f = faible.



TABLEAU 2

| Charge         | Dureté  | Densité non tassé en gr/ml | Dimensions particules en microns | pH      | poids spéc. | absorption |       |
|----------------|---------|----------------------------|----------------------------------|---------|-------------|------------|-------|
|                |         |                            |                                  |         |             | eau        | huile |
| Attaclay       | —       | 0,26                       | 2-4                              | 7,5-8   | 2,6         | 127        | 120   |
| Argile         | 1,5     | 1,02                       | 3-5                              | 8,5-9,5 | 2,75        | —          | 38    |
| Barden clay    | —       | 0,30                       | 1-2                              | 5       | 2,60        | —          | 54    |
| Bentonite      | 2       | 0,87                       | 5-8                              | 7-9,1   | 2,52        | —          | 45    |
| Celatom        | 5,5     | 0,24                       | 5                                | 6 à 7   | 1,98        | 170        | 160   |
| Celite 209     | 4       | 0,13                       | 10                               | 7-4,6   | 2,1         | 180        | 175   |
| Chaux fine     | —       | 0,94                       | 5                                | 9-10    | 3,3         | —          | —     |
| Chaux hydratée | —       | 0,69                       | 20                               | 8-9,5   | 2,53        | 58         | 67    |
| Dicalite       | 1,5     | 0,16                       | 2-20                             | 7,3-8,6 | 2,0         | 120        | 145   |
| Diluex         | 2       | 0,35                       | 2-4                              | 7,9-8,1 | 2,26        | 30         | 100   |
| Frianite       | —       | 0,71                       | 3-5                              | 5,4-6,5 | 2,63        | 40         | —     |
| Gypse          | 1,5-2   | —                          | 10-15                            | 7,5-9   | 2,33        | —          | 25    |
| Hisill         | —       | 0,13                       | 1                                | 9       | 1,95        | 130        | 160   |
| Indre (KO 21)  | —       | 0,60                       | —                                | 7-8     | —           | 100        | —     |
| Kenite 75      | —       | 0,29                       | 3-5                              | 6-9     | 2,0         | 240        | —     |
| Microcel       | —       | 0,10                       | 0,5-1                            | 8       | 2,1         | 500        | 450   |
| Pyrophyllite   | —       | 0,45                       | 3,5                              | 6,5-7   | 2,7         | 42         | 26    |
| Soufre         | 1,5-2,5 | 0,64                       | 8                                | 5-6,5   | 2,03        | 0          | —     |
| Soufre poudr.  | 1,5-2,5 | 0,56                       | 10                               | 6,3-7   | 2,05        | 0          | 26    |
| Silice         | 5,5-6,5 | 0,64                       | 10                               | 6,9-8,2 | 2,65        | —          | 30    |
| Talc spec.     | —       | 0,66                       | 15-25                            | 6,8     | 2,84        | —          | 39    |
| Talc Europe    | —       | 0,66                       | 10-70                            | 6,8     | 2,84        | —          | —     |
| Vermiculite    | 1,5     | 0,16                       | —                                | 7       | 2,7         | 275        | —     |

## DISCUSSION

BESEMER. (*Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Nederland*)

— In the Netherlands, a difference is made for special crops regarding safety intervals.

For example, on winter grown lettuce, only smoke formulations of parathion and diazinon are allowed. The use of parathion wettable and liquid formulations is not allowed on winter grown lettuce (in the glasshouse). On summer grown lettuce, the safety interval for parathion w.p. and liquid is established on 3 weeks. For steam aerosol formulations the safety interval is established on 4 weeks.

DORMAL S. (*Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux, Belgique*).

— Je ne crois pas qu'on doive introduire le problème des formulations dans l'établissement des délais entre le dernier traitement et la récolte car ceci ne serait pas applicable du point de vue pratique.

CHARLIERS N. (*Union Chimique Belge, Bruxelles, Belgique*).

— On pourrait envisager de différencier les temps de carence en fonction des types de formulation, mais non pour chaque formulation particulière.

VAN OVERBEEK J. (*Shell Development Co, Modesto, U.S.A.*)

— I call attention to air pollution legislation in the U.S.A. Here we have two philosophies :

— an older approach in which the law specifies the means by which the objective is to be attained.

— a newer and better approach in which the law specifies the objective and does not deal with the means by which this objective is to be attained.

DE COURCY A.V. (*Shell International Chemical Company Limited, London*).

— I express interest in Dr. Tilemans' statement that different formulations of the same pesticide may persist for varying periods of time. I felt that, if this is so official, recommendations for the use of pesticides should take the fact into account allowing perhaps the use of dusts closer to harvest than other formulations. Thus, shorter pre-harvest intervals for more toxic pesticides would be practicable.

I could not accept the view of Mr. Chilwell that the same effect could be achieved by reducing dosage rates, as this would necessarily give poor pest control whereas by selecting a formulation with low residual life effective pest control could be achieved in combination with a smaller residue hazard.

## RÉFÉRENCES

- (1) ANONYME. Lexique de Phytopharmacie. *Phytiatrie-Phytophar.*, **3**, 35-51, 1954.
- (2) FLECK E. E., HALLER H. L. *J. Am. Chem. Soc.*, **66**, 2095, 1944.
- (3) HADAWAY A. B., BARLOW F. *Bull. Entom. Res.*, **41**, 603, 1951.
- (4) HENRIET J. Résultats non publiés.
- (5) HENRIET J. *Revue de l'Agriculture*, 5<sup>e</sup> année, p. 1291, 1952.
- (6) HENRIET J. *Comptes rendus IV<sup>e</sup> Congrès Int. Hambourg*, Vol. 2, 1065, 1957 (Braunschweig 1960).
- (7) HORSTEIN and coll. *J. Econ. Entom.*, **46**, 158 ; 882 ; 937, 1953 ; **47**, 332, 1954 **48**, 153, 482, 1955.
- (8) ISENHOUR-BROWN. *J. Agr. Food Chem.*, **2**, 816, 1954.
- (9) MALINA M. A., GOLDMAN A., TRADEMAN L., POLEN P. B. *J. Agr. Food Chem.*, **4**, 1038, 1956.
- (10) MUTA I., GOTO S., SATO R. *Botyu Kagaku* (Japon), **24**, 216, 1959.
- (11) PASS, PEARCE. *Canad. Chem. Process*, I, 54, dec. 1954 ; II, 48, jan. 1955.
- (12) SATYANARAYANA P. *Journ. Hort. Scien.*, **29**, 112, 1954.
- (13) VAN TIEL N. *Bull. Entom. Res.*, **43**, 413, 1952.
- (14) YAFFE J. *J. Agr. Food Chem.*, **6**, 903, 1958.

## RÉSUMÉ

Quoique la rémanence d'un insecticide ou d'un fongicide dépende largement des conditions atmosphériques et de la nature du support, la formulation possède une importance significative.

En formulant un produit, on se propose de le présenter sous une forme spécialement propre à faciliter l'homogénéité de sa répartition, et à le mettre autant que possible à l'abri des influences diverses qui provoquent peu à peu sa dégradation.

La persistance est inhérente à la nature et aux proportions des adjuvants ; elle est aussi influencée par la nature des excipients et d'autres causes encore que l'auteur envisage.

D'où ressort l'énorme importance que possède la connaissance des propriétés physiques, chimiques et physico-chimiques des nombreuses substances qui aident à l'usage convenable des insecticides et des fongicides.

---

## **The influence of the formulation on the persistence of insecticides**

### **SUMMARY**

Although the persistence of a pesticide depends largely on weather conditions and vegetal substratum, formulation is of great importance.

Formulating a pesticide compound aims at presenting it in a form especially suited for facilitating homogeneous dispersion and ensuring a lasting protection from various influences causing its gradual decomposition.

The persistence is dependent on the kind and the percentage of adjuvants and inert ingredients ; these and other factors, considered by the author, show the great importance of the knowledge of physical, chemical and physico-chemical characteristics of the numerous substances, favouring the proper use of pesticides.

---

## **Über den Einfluss der Formulierung auf die Wirkungsdauer bei Insektiziden und Fungiziden**

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Obwohl die Wetterlage und die Art der Unterlage einen bestimmenden Einfluss auf die Wirkungsdauer der Insektizide und Fungizide haben, ist auch die Formulierung von grosser Wichtigkeit.

Die Formulierung soll dem produkt eine Form geben, die seine homogene Verteilung ermöglicht. Ausserdem soll sie einen möglichst langwährenden Schutz gegen verschiedene Einflüsse bieten, die allmählich seinen Abbruch bewirken.

Die Wirkungsdauer ist von Art und Anteil der Beistoffe abhängig ; sie wird auch beeinflusst von der Art der Trägermittel sowie noch anderer Faktoren, die vom Verfasser berücksichtigt werden.

Daraus geht die Wichtigkeit der Kenntnis der physischen, chemischen und physico-chemischen Eigenschaften für eine sachgemässe Anwendung von Insektiziden und Fungiziden hervor.

---

## Activity of insecticides on absorbent surfaces

by Nicolaas VAN TIEL

*Woodstock Agricultural Research Centre, Sittingbourne (Royaume Uni)*

In the field of practical application of insecticides the persistence of a given toxicant on the substrate to which it is applied presents a problem in two ways. Firstly, it is of prime concern to the entomologist who in many instances wants a high degree of control for a sufficiently long period. Secondly, however, it is of no less concern to the toxicologist whose task it is to ensure that no harmful residues of the chemical remain in crops or food materials obtained from crops. Finding an adequate balance between these two requirements is of major importance in agricultural applications of insecticides.

The picture is essentially different in the field of indoor residual spraying for public health purposes. A residue problem in the toxicological sense of the word does not exist here, and the chief aim is a prolonged residual effect.

In this lecture I should like to discuss certain problems arisen in the application of residual spraying for malaria control. As you will know, the basic principle of this application is relatively simple. The active material is sprayed at a certain dosage onto the interior walls of the houses, and mosquitoes resting on the surface pick up a lethal dosage and are killed. At a first glance this seems to be a very straight forward procedure, but when we come to think about it, it represents a rather complicated combination of factors.

First of all there is the insecticide itself with its characteristics such as toxicity to mosquitoes, which determines the dosage to be applied; and volatility and stability, which determines for instance the persistence of the residual effect. In addition, there is the way a certain insecticide is formulated so as to suit a special way of application. To give an example, for the purpose of mosquito control, one generally prefers the use of wettable powders, and here factors such as suspensibility, particle size etc. come in. As regards suspensibility of wettable powders, official specifications have been laid down by the World Health Organization in order to ensure that the material can be diluted easily, keeps well in suspension during the time of application, and does not block the spray nozzles. Particle size is important in this respect, but also in connection with the effectiveness of the residue, as in general small particles are more toxic than large particles.

Secondly there is the apparatus necessary to apply the product on the wall, and the technique of spraying. I shall not expand on this matter in any detail, but I like to refer to it briefly and to mention that a considerable amount of work has been done on the development of suitable spraying equipment and the design of nozzles in order to ensure efficient spraying, correct dosage and as much as possible evenness of the deposit on the entire surface of the walls. It needs no comment that factors such as rate of dilution, pressure in the sprayer, distance between the nozzle and the wall have to be borne in mind.

So far we have been dealing with factors which to a large extent at least, we have in hand. However, apart from toxicant, formulation and product application, there are two other important factors to be mentioned, namely the substrate, in other words the surface on which the product is applied; and the insect which comes in contact with that surface. Now there is very little we can do about the substrate, and even less about the insect. Nevertheless, they face us with certain problems which we have to investigate. As regards the insects I need only to refer to the problem of insecticide-resistance.

In this lecture, however, I should like to concentrate on problems related to the substrate, and more in particular to the type of substrate which is usually classified as « absorptive ». Many of the walls of native huts in Africa, Middle and South America, parts of Asia etc., are constructed or at least plastered with such sort of material, which is mostly the local soil or clay.

In 1951 it was found almost simultaneously by HADAWAY and BARLOW in the U.K. and by DOWNS, BORDAS and NAVARRO in Mexico that solid particles of insecticide rapidly disappear from a mud surface by a process which is commonly referred to as « absorption ». It involves a change in the physical state of the residue from a particulate into a non-particulate form, and apparently the insecticide molecules move along the surface into the interior of the mud. Once the initial absorption has been completed and the particles have disappeared, the further fate of the insecticide is largely dependent on humidity. Under dry conditions the insecticide becomes strongly adsorbed onto the surface of the mud particles, and there is neither further inward migration nor uptake by insects contacting the surface, and residual toxicity is completely lost. Under humid conditions it is assumed that there is preferential adsorption of water by the mud particles and the insecticide retains its mobility. This means that there is further inward migration of the absorbed insecticide until after a certain period a state of equal distribution of the insecticide throughout the mud layer is attained. On the other hand, it also means that any given quantity



present in the top layer is more available for uptake by insects, and therefore residual toxicity is retained in spite of decreased concentration.

It is obvious that a further study on this absorption problem would be of direct importance to the field of residual spraying for malaria mosquito control. Much of the fundamental work has been done by HADAWAY and BARLOW at the Colonial Pesticides Research Laboratory in England, and in general our own experience on this subject has been completely in line with their findings. In the work which we have carried out at Woodstock Laboratory the chief emphasis has been laid on three major points, namely on the influence of humidity on residual toxicity and distribution of the insecticide in the mud; on possible ways of reducing absorption by altering the formulation; and on factors governing the performance of insecticide wettable powders under field conditions.

In most of the experiments carried out so far the influence of humidity was studied using mud panels, of which the top surface was sprayed beforehand with the insecticide. In this way HADAWAY and BARLOW found the effect of humidity on both inward migration and availability of the insecticide for uptake by insects. On the basis of their results one may assume that the final toxicity is governed by two factors: concentration and availability of the insecticide in the top layer, which are both influenced by humidity. However, our knowledge of the relative importance of each of these factors was still fragmentary.

GEROLT, in his work at Woodstock Laboratory, has succeeded in separating the two factors by employing a new technique with thin 0,5 mm layers of a homogenized mud/dieldrin mixture. The concentration of dieldrin in this mixture was 0,1 % (weight), and the mixture was stored for at least two weeks to allow for an even distribution of the insecticide. Under these conditions the factor of inward migration could be excluded, and knowing the internal surface area of the mud (about 100 m<sup>2</sup>/g dry soil) it could be calculated that the final concentration was in the order of 0,1 µg. dieldrin/sq dm. In the actual experiments the use of thin layers was preferred, because of the greatly increased speed at which equilibrium between atmospheric humidity and moisture content of the mud was obtained.

The experiments were carried out with thin layers of the mud/dieldrin mixture applied on a glass plate. After storage at various relative humidities female *Aedes aegypti* mosquitoes were exposed under glass funnels for various lengths of time, and the medium lethal exposure time (MLT), i.e. the time required to give a 50 % mortality 24 hours after exposure, was determined for each level of humidity. The results of the exposure tests showed a much more spectacular effect of humidity

on toxicity than could be noticed in tests with thick mud panels. In fact there appeared to be a straight inverse correlation between log. MLT and percentage relative humidity, as is shown by *Figure 1*. As can be seen, any increase in relative humidity of 10 % doubled the toxicity (halved the MLT), and whereas at 90 % relative humidity only 10 min. exposure is required to provide 50 % mortality, about 10 hours would be necessary to obtain the same effect at 30 % relative humidity. The influence of humidity on toxicity was shown to be completely reversible.

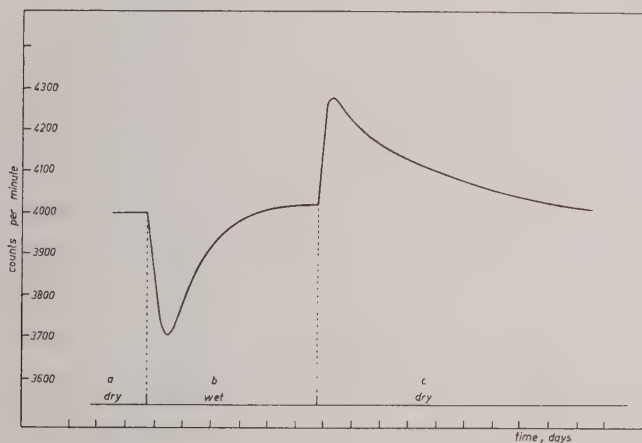


FIG. 1.— Influence of relative humidity on the availability of dieldrin in soil

It seemed reasonable to assume that with this experimental set up any increase in effectiveness at higher humidity was caused only by the greater availability of the insecticide. However, no strict proof had yet been given that humidity changes would not in any way influence the distribution of toxicant in the mud layer. Therefore, Gerolt conducted further experiments in which the factor of insecticide concentration in the top layer was the only factor measured. For this purpose the use of radio-active insecticide was considered essential, and the following experiment was carried out with  $^{14}\text{C}$ -labelled DDT (specific activity 0,5 mC/g). Homogenized mud/ $^{14}\text{C}$ -DDT mixtures were prepared, in which the DDT concentration amounted to 0,8 % (weight), and which after storage would give a concentration at the internal surface area of about  $1\text{ }\mu\text{g }^{14}\text{C}$ -DDT/sq dm. An approximately 0,75 mm thick layer of this mixture was applied, as a paste with water, to an aluminium planchet of 22 mm diameter, which could be fitted in the lead chamber under a thin end-window G.M. tube. To avoid any inter-

ference from variations in atmospheric conditions, the planchet was kept continuously in the lead chamber, and air of various relative humidity was supplied to this lead chamber. As  $^{14}\text{C}$  is only a weak source of  $\beta$ -particles the maximum range of the particles in the mud is limited (0,15 mm) and 90 % is absorbed by a layer of only 0,05 mm. It follows therefore that changes in radioactivity refer to changes in concentration of the insecticide in this very top layer.

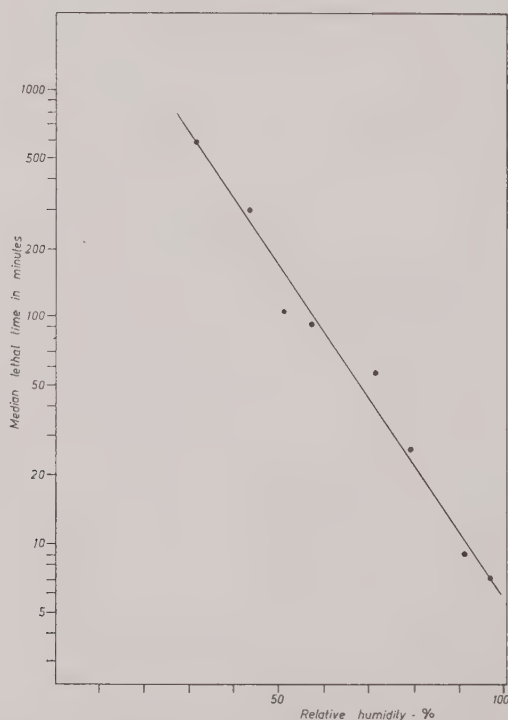


FIG 2 — Influence of change in relative humidity on the concentration of DDT in the top layer of the soil

Figure 2 shows what happened when relative humidity conditions change. Immediately following the change from very low (< 5 %) to very high (> 90 %) humidity there was a sudden decrease of the DDT concentration in the top layer, but after about 4 days the even distribution of the insecticide was restored again. Conversely, a change from high to low humidity was immediately followed by an increase of the DDT concentration, after which the even distribution was restored again within a period of about 8 days. It follows that essentially the final distribution of the DDT remained even irrespective of the level of humidity, and that only during actual absorption or desorp-

tion of water did temporary changes in concentrations of DDT in the top layer occur. In fact the toxicant moved along with the moving water, and we refer to this phenomenon as the «washing in» and «washing out» effect. An interesting point is the fact that restoring the even distribution of the DDT took about twice the time under dry conditions as it did under humid conditions. This entirely confirmed the greater mobility of the insecticide at higher humidity. The main conclusion from this experiment was that the greater toxicity at higher humidity was only based on the greater availability of the DDT in the top layer, as under these conditions the only change was a temporary decrease of the DDT concentration.

Similar measurements of toxicity and insecticide concentration in the top layer have been carried out in experiments using surface deposits on thick mud blocks, which as much as possible simulated the conditions prevailing in sprayed mud huts. The results confirmed that beyond a certain level of humidity the effect of loss in concentration of insecticide in the top layer due to inward migration is compensated by the greater availability and effectiveness of the remaining quantity of insecticide.

From the results obtained so far one may conclude that the absorption phenomenon might perhaps not be a serious problem in the field, and that it may only interfere with residual toxicity under dry conditions. For that reason further experiments were carried out with a view to altering the insecticide formulation in such a way that absorption could be reduced.

GEROLT found that this could be realized by preparing special wettable powders based on ground solidified melts of dieldrin with certain resinous or asphaltous adjuvants. Greatly extended persistence as compared with standard wettable powders was observed in panel exposure tests in the laboratory, whereby the panels had been stored under dry conditions (relative humidity  $< 40\%$ ). Effective adjuvants were various synthetic resins, natural resins and asphaltous products. *Table 1* clearly shows the difference in performance between the two products in 30 sec exposure tests with *Musca domestica*. Whereas 3 mg dieldrin/sq dm gave 100 % kill for only a short period not exceeding one day, half that dosage of dieldrin/coumarone resin continued to give 100 % kill for at least 10 months.

These encouraging findings have subsequently led to field experiments, using Gilsonite (a natural asphaltite) as the adjuvant for reasons of cheapness, availability and ease of formulation. The experiments were conducted in Tanganyika under the auspices of the Colonial Pesticides Research Unit at Arusha, and in Mexico under the joint

auspices of the Pan American Sanitary Bureau, the Mexican Government and the Shell Company. The results were surprising in two ways: the standard dieldrin wettable powder appeared to be considerably more persistent than in the panel exposure tests in the laboratory, and the dieldrin/Gilsonite did not perform significantly different. These obvious discrepancies between laboratory and field results, although disturbing in a way, presented a most intriguing problem. It was clear that certain factors were operating in the field which had not been taken into account in the laboratory tests, and it was evident at that stage that only further detailed field trials could provide an answer. In view of this I have been carrying out both laboratory and field experiments in co-operation with the Colonial Pesticides Research Unit at Arusha (Tanganyika).

TABLE 1

**Improved persistence of dieldrin/coumarone resin solidified melts on absorptive mud panels** (Percentage knockdown and 24 h-mortality of *Musca domestica*)

| Product                                                 | Age of residue | No. of hours after exposure for 30 sec. |     |    |     |     |     |         |
|---------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|---------|
|                                                         |                | 1 ½                                     | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   | 24      |
| Standard dieldrin wettable powder (3 mg dieldrin/sq dm) | 2 hours        | 91                                      | 100 |    |     |     |     | 100     |
|                                                         | 1 day          | 0                                       | 3   | 39 | 48  | 52  | 55  | 100     |
|                                                         | 2 days         |                                         |     | 0  | 9   | 17  | 37  | 71      |
|                                                         | 3 days         |                                         | 0   | 4  | 4   | 15  | 22  | 56      |
|                                                         | 1 week         |                                         |     |    |     | 0   | 2   | 27      |
|                                                         | 2 weeks        |                                         |     |    |     |     | 0   | 8       |
| Dieldrin/coumarone resin melt (1.5 mg dieldrin/sq dm)   | 2 hours        | 49                                      | 85  | 95 | 100 |     |     | 100     |
|                                                         | 1 week         | 0                                       | 12  | 59 | 94  | 100 |     | 100     |
|                                                         | 2 weeks        | 17                                      | 72  | 97 | 100 |     |     | 100     |
|                                                         | 4 weeks        | 14                                      | 45  | 89 | 100 |     |     | 100     |
|                                                         | 10 weeks       | 11                                      | 22  | 44 | 78  | 97  | 98  | 100 (*) |
|                                                         | 4 months       | 4                                       | 27  | 67 | 87  | —   | 100 | 100 (*) |
|                                                         | 7 months       | 0                                       | 2   | —  | 52  | 57  | 82  | 100 (*) |
|                                                         | 10 months      |                                         | 0   | 13 | 28  | 44  | 56  | 100 (*) |

(\*) Panels used for exposure more than once.

The main purpose of this investigation was to obtain information on the factors responsible for the discrepancies between laboratory and field; and to examine the relative performance of wettable powders based on dieldrin and adjuvants other than Gilsonite.

The first approach was a series of exposure tests in the laboratory, using the standard type mud panels and *Anopheles gambiae* as test insect.



The experiment included the standard dieldrin wettable powder, and wettable powders based on dieldrin/Gilsonite, dieldrin/colophony and dieldrin/Aroclor (a chlorinated polyphenol resin from Monsanto Chemicals Ltd). The dosage amounted to 20 mg dieldrin/sq ft (about 220 mg/sq m), and tests were done at various intervals of time with exposure periods varying from  $\frac{1}{2}$  hour initially up to 2 hours. In addition to panel exposure tests in the laboratory, wall exposure tests were carried out on an artificial mud wall constructed in an aluminium hut near the laboratory. The purpose of this set up was to create conditions between those in the laboratory and in the field. This experiment included the same range of products, applied at the dosage of 15 mg dieldrin/sq ft (about 165 mg/sq m). The wall exposure tests were done with the technique recommended by the World Health Organization.

Rather than showing you a large number of mortality figures, *Table 2* gives you a survey of the total results, covering over 40 tests, and expressed as numbers of tests in which each dieldrin/resin product gave a lower, equal or higher mortality as compared with dieldrin alone. An arbitrary standard had to be adopted for this comparison, and mortalities differing by less than 10 % were considered equal. As you will see neither Gilsonite nor colophony gave an improvement in persistence, and only the performance of dieldrin/Aroclor was considerably better than dieldrin alone in the majority of the tests.

TABLE 2

**Relative performance of dieldrin/resin products**

(Number of tests showing lower, equal and higher mortalities as compared with dieldrin).

| Product            | Mortalities compared with dieldrin |       |        | Total number of tests |
|--------------------|------------------------------------|-------|--------|-----------------------|
|                    | lower                              | equal | higher |                       |
| dieldrin/Gilsonite | 12 ×                               | 22 ×  | 10 ×   | 44                    |
| dieldrin/colophony | 11 ×                               | 17 ×  | 13 ×   | 42                    |
| dieldrin/Aroclor   | 2 ×                                | 11 ×  | 32 ×   | 45                    |

The interesting aspect of these results was that apparently there were no discrepancies as regards the performance of dieldrin and dieldrin/Gilsonite between these laboratory results and the field results. However, we had to explain the differences in performance of dieldrin/Gilsonite in these experiments and the early experiments at Woodstock. In order to illustrate this explanation I should like to draw your attention to *Table 3* which shows the influence of test species and test method on the relative performance of dieldrin, dieldrin/Gilsonite

TABLE 3

Relative performance of dieldrin and dieldrin/resin on absorptive mud  
using different test species and test methods  
(Percentage 24-hours mortalities)

| Test species   | <i>Aedes aegypti</i> |     |     | <i>Aedes aegypti</i>  |     |     | <i>Anopheles gambiae</i> |     |     |
|----------------|----------------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|--------------------------|-----|-----|
| Test method    | Panel exposure test  |     |     | Exposure chamber test |     |     | Panel exposure test      |     |     |
| Exposure time  | 1/4 hour             |     |     | 4 hours               |     |     | 1 hour                   |     |     |
| Product        | d                    | d/G | d/A | d                     | d/G | d/A | d                        | d/G | d/A |
| Age of residue |                      |     |     |                       |     |     |                          |     |     |
| 2 hours        | 100                  | 100 | 100 | 100                   | 100 | 100 | 100                      | 100 | 100 |
| 1 month        | 3                    | 100 | 100 | 3                     | 5   | 92  | —                        | —   | —   |
| 2 months       | 0                    | 97  | 100 | 0                     | 0   | 100 | 12                       | 15  | 92  |
| 3 months       | 0                    | 81  | 100 | 4                     | 3   | 100 | 6                        | 6   | 86  |

and dieldrin/Aroclor on absorptive mud. It can be seen that in all cases dieldrin alone was rapidly absorbed and residual toxicity was lost. Absorption, however, is greatly reduced by using dieldrin/resin particles and from chemical analysis we know that the toxicant is kept on the surface for a considerably longer time. The extent to which this will improve residual effect as well depends, however, on other factors. In the first Woodstock tests exposures were carried out with *Aedes aegypti* (and *Musca domestica*) on the usual mud panels (under glass funnel or petri dish), and favourable results could be obtained with both dieldrin/resin products. The use of another test method or the use of *Anopheles gambiae* as test insect apparently altered this picture and dieldrin/Gilsonite failed under these conditions. An explanation can be found when we look at the mobility of the insects during exposure. In panel tests with mosquitoes (and houseflies) the insects were mobile during exposure, and it is likely that the pick-up of the non-absorbed dieldrin/resin particles will be greatly facilitated, and that short exposure periods are sufficient to produce a lethal effect provided that the insecticide is on the surface. However, with the exposure chamber method (as developed by the U.S. Public Health Laboratory at Savannah), where a considerably larger area of treated surface is available for the insects, and exposure is in the dark, it was observed that *Aedes aegypti* tended to prefer the resting state, and the same applies to *Anopheles gambiae* irrespective of exposure condition.

With insects in the resting state a particulate surface residue is not necessarily of advantage because toxicity does not depend so much on

the pick-up of particles, as on the uptake of dieldrin from material in the absorbed state, or on a direct uptake of dieldrin from the dieldrin/resin particles. This explains the longer exposure times needed to produce a lethal effect. From the results it is obvious that dieldrin/Gilsonite did not meet the requirements under these more stringent conditions, and only dieldrin/Aroclor gave improved residual effect. No further investigation has been carried out on the causes of the higher activity of Aroclor; it may well be that the solubility of the resinous adjuvant in the insect cuticle is one of the factors involved.

Summarizing it can be concluded that there is a close agreement as regards the relative performance of dieldrin and dieldrin/Gilsonite between the results of all laboratory and field tests with insects in the resting state, and the next point to investigate was whether the long persistence of dieldrin/Aroclor could be demonstrated under natural field conditions as well.

Following the laboratory tests field work was undertaken, using experimental huts of the standard type employed by the Colonial Pesticides Research Unit for mosquito experiments. The inside walls of the huts were plastered with a one-inch layer of mud (both absorptive and non-sorptive mud were used), and the products — dieldrin, dieldrin/Gilsonite and dieldrin/Aroclor wettable powders — were applied at a dosage of 20 mg dieldrin/sq ft (about 220 mg/sq m). The residual effect was evaluated by means of wall exposure tests with *Anopheles gambiae*, and by daily assessment of the mortality amongst female anopheline and culicine mosquitoes naturally entering the huts.

The results of the wall exposure tests first of all showed that the effect of absorption can be clearly demonstrated by biological methods, but — as Table 4 shows — only in the dry season, when dieldrin on sorptive mud was noticeably less effective than dieldrin on non-sorptive mud in the majority of the tests. In the rainy season no differences could be observed, which confirmed again the higher activity of absorbed insecticide under humid conditions.

TABLE 4

**Relative performance of dieldrin on non-sorptive and absorptive mud**  
(Number of tests showing lower, equal and higher mortalities)

| Condition of test | Comparative mortalities |       |                          | Total number of tests |
|-------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|
|                   | lower on absorptive mud | equal | higher on absorptive mud |                       |
| wet season        | 2 ×                     | 4 ×   | 1 ×                      | 7                     |
| dry season        | 18 ×                    | 4 ×   | 2 ×                      | 24                    |

Similar results were obtained when comparing dieldrin with dieldrin/Aroclor on absorptive mud. As shown by *Figure 3* there were no differences in performance between the two products during the rainy season, but with the advance of the dry season dieldrin/Aroclor clearly showed a progressive improvement in relative performance as compared with dieldrin alone. Dieldrin/Gilsonite did not show any improvement in performance over dieldrin alone, irrespective of the season, which could be expected from the previous laboratory results.

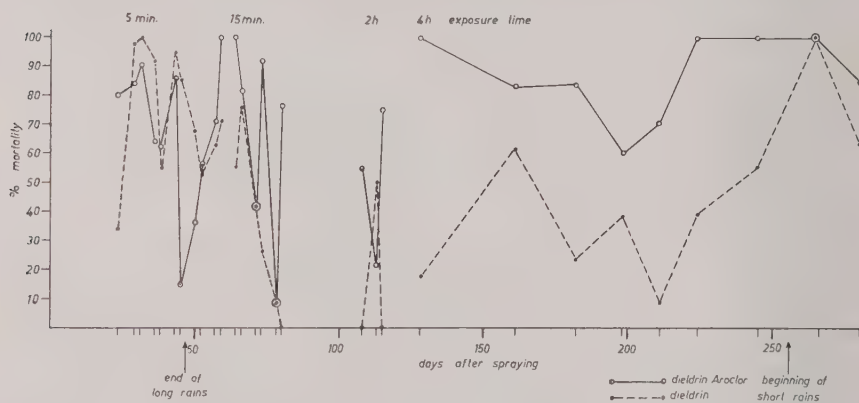


FIG. 3 — Relative performance of Dieldrin and Dieldrin/Aroclor on absorptive mud

Assessment of the mortalities amongst mosquitoes naturally entering the huts was done on a daily routine basis, employing the usual window trap technique. *Table 5* shows the overall mortalities of female *Anopheles gambiae* and culicine mosquitoes (mainly *Culex fatigans*) in two successive field experiments covering a total period of 40 and 30 weeks respectively.

The interesting feature of these results is that, contrary to the observations with wall tests, there did not seem to be important differences in overall performance between the dieldrin/resin products and dieldrin alone, and neither between dieldrin on non-sorptive and absorptive mud. This applied to the effectiveness of the materials on both species of mosquitoes. In general the mortalities of culicines were lower than of anophelines, which could be expected.

The fact that obvious differences may occur between the results of wall exposure tests and those of mortality assessments for mosquitoes naturally entering the huts, is an indication that extreme care should be taken in interpreting the results of wall exposure tests in terms of field performance, and that certain factors may interfere and cause discrepancies in results.

TABLE 5

Overall mortalities amongst mosquitoes naturally entering the experimental huts

| Product            | Substrate        | Percentage mortality |           |
|--------------------|------------------|----------------------|-----------|
|                    |                  | Anopheles<br>gambiae | Culicines |
| dieldrin           | non-sorptive mud | 85                   | 35        |
| dieldrin           | absorptive mud   | 89                   | 45        |
| dieldrin/Gilsonite | »                | 88                   | 34        |
| dieldrin/Aroclor   | »                | 93                   | 39        |
| dieldrin           | »                | 88                   | 62        |
| dieldrin/Gilsonite | »                | 74                   | 53        |
| dieldrin/Aroclor   | »                | 86                   | 57        |

To explain these differences in this particular instance, I should like to draw your attention to *Figure 4* which gives you the weekly average maximum and minimum relative humidities inside the experimental huts. It was surprising to find that the average relative humidity inside the huts was kept at a reasonably high level throughout the dry season. From the graphs it can be seen that even in the driest months (September and October) the average is not likely to fall below 60 % for any considerable length of time, and for the rest of the year the average is well beyond that figure.

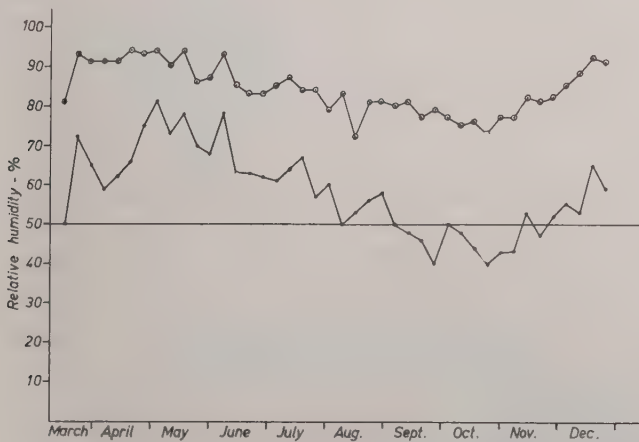


FIG. 4 — Weekly average maximum and minimum relative humidities inside the experimental huts



With these data in mind we can interpret both the results of wall tests and those of mortality assessments for mosquitoes naturally entering the huts. With the advance of the dry season it can be assumed that the availability of absorbed dieldrin becomes less, and longer times would be necessary to produce the maximum effectiveness of the dieldrin present in the top layer of the mud. In other words, differences in performance between dieldrin and dieldrin/resin may well show up in wall exposure tests with a limited exposure time. However, when assessing the mortalities of mosquitoes naturally entering the huts and resting on the wall for considerably longer periods, these differences in performance disappear, because at the given relative humidity level (about 60 %) the availability of the absorbed dieldrin is still sufficient to produce its lethal action under these conditions of prolonged exposure.

Theoretically, on the basis of the knowledge we have now, one may expect serious deterioration of the residual effect in the field as soon as the average relative humidity inside the huts falls below the critical point where the effectiveness of absorbed dieldrin becomes negligibly low, and it can be expected that this would happen at humidities below 50 %. However, there is no experimental evidence on this matter as these conditions did not prevail.

For all practical purposes I may conclude with stating our final opinion as regards the absorption problem and its implications in the field. There is now sufficient evidence that absorption in mud is a phenomenon occurring in the field, and that it can be demonstrated by biological techniques such as wall exposure tests. However, there is not sufficient evidence to assume that it presents a major problem from the point of view of mosquito control in anti-malaria campaigns, because of the favourable humidity conditions in most areas.

---

## DISCUSSION

VAN DEN BRUEL W. E. (*Station d'Entomologie de l'État, Gembloux*).

— L'influence des variations de la température a-t-elle été étudiée, tant du côté de la migration de la matière active que du côté de l'insecte, de sa résistance et de son comportement ?

N. VAN TIEL.

— Nous n'avons pas fait des expériences nous-mêmes à ce sujet, mais HADAWAY et BARLOW ont trouvé que la migration de la matière active est un peu plus rapide quand la température est plus élevée. En général, on peut dire que l'influence

de l'humidité sur la toxicité est beaucoup plus marquée. L'influence de la température sur la résistance des insectes dépend de l'insecticide. Aux températures plus élevées les insectes sont plus susceptibles au dieldrin (coefficient de température positif) mais moins susceptibles au DDT (coefficient de température négatif).

---

#### SUMMARY

The author deals with the study of the persistence of insecticide activity on mud surfaces, such as the walls of native houses in tropical areas. The first observations have proved that at insufficient humidity the activity of solid particles disappears rapidly of absorption. In view of the importance of this phenomenon in anti-malaria campaigns, extensive investigations have been made.

It has been proved that most times a decrease of the humidity reduces the toxicity of the insecticide residues, whereas the toxic effect is restored when humidity again becomes sufficient. The effects of the formulation type are appreciable, especially with regard to the kind of adjuvants, but they are subject to variation according to the seasons.

---

### Activité des insecticides sur les surfaces absorbantes

#### RÉSUMÉ

L'auteur s'applique à étudier la persistance de l'activité d'insecticides sur les surfaces argileuses qui constituent les parois des habitations indigènes en régions tropicales.

Les premières observations montraient que l'activité des particules solides disparaissait rapidement à la suite de phénomènes d'absorption, sauf lorsque l'humidité atteignait des valeurs favorables.

Vu l'importance du phénomène dans la lutte antimalarienne, des investigations étendues ont été effectuées.

Il a ainsi été montré que la plupart du temps la décroissance de l'humidité réduit la toxicité des dépôts, mais que cependant les effets toxiques sont restaurés lorsque l'humidité redevient suffisamment élevée.

Les effets du type de formulation ne sont pas inappréciables, spécialement en ce qui regarde la nature des adjuvants, mais ils sont susceptibles de varier suivant les saisons.

---

### Wirksamkeit und Wirkungsdauer von Insektiziden auf absorbierenden Flächen

#### ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser teilt die Untersuchung der Wirkungsdauer von Insektiziden auf tonartigen Flächen mit, wie z.B. Wänden in Eingeborenenhütten tropischer Gebiete.

Erste Beobachtungen zeigten, dass die Wirksamkeit der festen Partikel durch Absorption schnell schwand, wenn die Feuchtigkeit keine günstigen Werte erreichte. Wegen der Bedeutung dieser Tatsache für die Malaria bekämpfung wurden ausgedehnte Versuche angestellt. Es hat sich gezeigt, dass eine Feuchtigkeitsabnahme im allgemeinen mit einer Abnahme der Toxizität der insektiziden Niederschläge verbunden ist, dass aber die toxische Wirksamkeit wiederhergestellt wird, sobald die Feuchtigkeit wieder ausreichend zunimmt.

Die Einflüsse der Formulierungsart sind nicht ohne Bedeutung, insbesondere in Bezug auf die Art der Beistoffe, aber sie unterliegen in ihrer Stärke den Jahreszeiten.

---

# **The establishment of residue tolerances and its relationship to toxicity**

by Herman VAN GENDEREN

*National Institute of Public Health, Utrecht (Pays-Bas)*

## **Introduction**

The objective of pest control with chemicals in agriculture is to poison the insects or moulds without doing harm to the consumer of the treated crops. In many cases there is no problem of this kind, because the application of the pesticide is made early enough or in such a way that contamination of the crop may be excluded. However, the exclusive use of such methods is not possible; a really effective pest control has to rely in a large measure on the direct application of the poison on the edible parts of the crop itself. The wholesomeness of the food prepared from this crop has to be guaranteed by the use of pesticides with a sufficient degree of selective toxicity towards the parasites and by using the pesticide not later than a certain number of days before harvesting. This latter precaution is based on the experience that at the end of that period the deposits from the treatment has worn off, been broken down or evaporated under the influence of rain, sunshine and the action of the plant itself, to the extent that only a small residue is left. It could be questioned if it is correct to assume that the daily ingestion of small amounts of such residues of poisons is really harmless. This, of course, is difficult to prove, but there is little reason to doubt it.

Only with certain substances having a mutagenic action a single molecule could react with a gene. In theory, the possibility exists that this event could result in a mutation in the offspring of that cell. In that case there would be no threshold amount of the substance that could be safely ingested. The situation is comparable to the influence of ionogenic radiation with that important difference that the reproductive tissue of mammals is much better protected against chemical substances than it is towards radiation. Before an ingested chemical substance could reach this tissue it has to pass a number of barriers such as the wall of the intestinal tract, the endothelial tissue of the bloodvessels, the wall of the cell and that of the nucleus. During this passage in the body the substance is exposed to metabolic influences in the liver, kidney, and cells from other tissues and continuously large amounts may

be lost by excretion. So, it is extremely improbable that a mutation would result from the ingestion of a single molecule of a mutagenic substance and for all practical purposes small amounts are probably harmless. The real problem is to determine how small the amount should be. For this we have to rely mainly on animal experiments.

### Toxicity studies

The aim is to define a maximum dose level that can be ingested by experimental animals during their whole life-span, or at least the greater part of it, without producing any harmful effect. This is in practice more difficult than it would seem, because harmful effects are not necessarily apparent or easily visible. To be prepared for the kind of effect to look for, it is necessary to make a detailed study of the toxicological action which the compound will produce at higher dose levels. So the first duty of the toxicologist is to characterize as far as possible the kind of action of the compound. The better this can be characterized both qualitatively and quantitatively the more safe we feel in the determination of the maximum harmless dose. Examples of good characterization are the cholinesterase inhibitors such as parathion. Though some of the representatives of this group belong to the most poisonous substances we have to deal with in agriculture we feel relatively secure about defining a harmless dose level. Their action seems mainly to be characterized by the inhibition of a number of esterases in the body. In this action the substance is broken down, there is no tendency to build up depots. The inhibited enzyme may, to a certain extent, be restored by hydrolysis of the reaction product of enzyme and inhibitor and, in addition, it is continuously replaced by the normal metabolic turnover of the enzyme. Apparently there is a surplus of cholinesterases so that with a continuous ingestion of inhibitor a steady state ensues, where, with the presence of a small percentage of inhibited enzyme, none of the bodily functions are impaired.

So, if in a compound sufficient evidence from long term feeding experiments is obtained to show that the whole of the toxic action is due to cholinesterase inhibition, it is possible to agree upon a safe dose level in the animal, based on the presence of only a minimal inhibitory effect on the cholinesterases. The results for a few wellknown representatives of this group are presented in *Table I* (4).



TABLE I  
Cholinesterase inhibitors

Dose level showing no or minimal inhibitory effect on the cholinesterases in the animal

|                                 | ppm in diet of rats | dogs                              |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Demeton<br>(mixture of isomers) | 1                   | 1 ppm in diet                     |
| Demeton-metyl<br>(thiol-isomer) | < 50 (1)            |                                   |
| Diazinon                        | < 100               | 0.75 ppm in diet < 1 mg/kg/day    |
| Dipterex                        |                     | 50-200 ppm in diet < 45 mg/kg/day |
| EPN                             | 5                   | 1 mg/kg/day                       |
| Malathion                       | 100                 |                                   |
| Parathion                       | 1                   | < 1 ppm                           |
| Schradan                        | 0,3                 | < 0,5 mg/kg/day                   |

(1) lowest level fed.

This however does not mean that the toxicologists are ready with this group. There are still a few problems that merit further study. The most important are the demyelination of nerve fibres which has been observed in some related organic phosphoric acid esters, and their action on reproduction. A study of parathion toxicity gave inconclusive results as to the effect on the second generation of the treated rats. Since every new compound, presenting itself on first sight as a cholinesterase inhibitor, may have all kinds of additional effects it is inevitable that they all must be studied carefully for such « side effects ».

In other pesticides it has not always been possible to characterize the toxic action with such a precision. Actually it is the other most important group of insecticides — the chlorinated hydrocarbons — which present us with the greatest difficulties in defining a harmless dose in the animal. Their main actions are best characterized at present by excitation of the central nervous system and by liver degeneration. In addition, they are concentrated in fat tissue. Neither the action on the central nervous system nor that on liver cells is understood in its mechanism and it is extremely difficult to indicate when the effect is really present and when the dose is below threshold. The more animals are exposed the larger the probability to find one with minimal effects. Further study sharpens the eye in looking for the effects and very often, similar minimal deviations from « normal » appear to be present in untreated animals. This invites the use of more

animals per group, to hunt better for statistical significance, usually without helping much in the real understanding of the phenomenon. The only thing one can do is to agree provisionally on the maximal dose which does not produce harm according to a minimum deviation of health which presents itself during the experiment. Very often such deviations are probably unspecific, such as growth inhibition, and it is assumed that such deviations are completely reversible.

For a number of common pesticides the main action and the minimal deviations used as criterium have been listed (*Table II*).

In a separate column the maximum dose level has been given for which the minimal deviation has not been observed. It can always been maintained that the minimal effect would have been observed at a lower dosage if more animals had been used or a more specific criterium had been available.

TABLE II  
Characterisation of toxicological effects in different pesticides

| <i>Pesticide</i> | <i>Minimal effect</i>                                         | <i>Max. dose at which the minimal effect has not been observed (ppm of rat diet)</i> | <i>Characteristic effect at high dose-levels</i>                                            |
|------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aldrin           | Liver damage.<br>effect on reproduction.                      | 2.5                                                                                  | storage in body fat.<br>liver damage. stimulation of CNS.                                   |
| Dieldrin         | liver enlargement.<br>effect on reproduction.                 | 1                                                                                    | as aldrin. kidneys enlarged.                                                                |
| DDT              | liver damage.                                                 | 1                                                                                    | as aldrin. growth retardation.                                                              |
| Endrin           | transient growth retardation.<br>kidneys and livers enlarged. | 1                                                                                    | CNS-stimulant.<br>weight-loss. brin-, liver, kidney- and adrenal-degeneration.              |
| $\gamma$ -HCH    | histological liver- and kidney- and kidney-changes.           | 10                                                                                   | as aldrin.                                                                                  |
| Perthane         | transient growth retardation.<br>hepatic tissue changes.      | 500-1000                                                                             |                                                                                             |
| DNOC             |                                                               | 500                                                                                  | growth retardation.<br>acceleration of metabolism. blood-Urea N increased. agranulocytosis. |
| Karathane        | growth depression.                                            | 500                                                                                  |                                                                                             |
| Metalddehyde     |                                                               | 500                                                                                  | increased liverweights.<br>paralysis of hind limbs. cramps.                                 |

| <i>Pesticide</i>          | <i>Minimal effect</i>                       | <i>Max. dose at which the<br/>minimal effect has not been<br/>observed (ppm of rat diet)</i> | <i>Characteristic effect at<br/>high dose levels</i>              |
|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Na-O-phenyl-phenolate     | growth depression.                          | 2000                                                                                         | effects in kidney and liver.                                      |
| organic mercury compounds | reduction in growth rate.<br>kidney damage. | 0,1                                                                                          | kidney-damage.                                                    |
| Tecnazeen (TCNB)          | growth depression.                          | 800                                                                                          | liver weights increased.<br>diarrhea.                             |
| Thiodaan                  |                                             | 30                                                                                           | kidney- and liver-changes                                         |
| Thiram                    | cramps.<br>alcohol-intolerance.             | 48                                                                                           | disorientation.<br>hist. changes in brain<br>alcohol intolerance. |
| Triphenyltin              | growth depression.                          | 5                                                                                            |                                                                   |
| Zineb                     | thyroid enlargement.                        | < 500 (1)                                                                                    | growth reduction.<br>groitrogenic properties.                     |

(1) lowest level fed.

The only answer to this is to accept a certain number of animals per group as « reasonable ». The World Health Organization and the American Food and Drug Administration have made statements of what they feel as reasonable in this respect (2 and 3).

There is a group of toxicological actions which merit special attention. Or these there is evidence that the minimal deviations or -effects may not be completely reversible. The most important is carcinogenesis. For a few carcinogens it has been shown that an irreversible effect must be present even at a dose level which does not produce tumours during the life of the animal. His is derived from studies where a number or small doses spaced at long intervals produced the same number or even more tumours than did the same total amount given in a single dose. Apparently every dose has an irreversible effect invisible to the investigator that still is present when a next dose is applied and its effect is added to that of the next one, and so on with every dose. When the total effect has reached a certain level, tumours will appear. In other toxic actions usually effects that are not immediately visible are reversible. Very often even a visible degree of organ damage may still be reversible. Carcinogens, on the contrary, have an insidious action, which make them particularly dangerous. Only a few carcinogens have been studied thoroughly enough to show the presence of this characteristic dose response relationship; in fact there is evidence that not all substances which may produce tumours, when applied to animals, act according to this irreversible-effect-pattern. Of course also with carcinogens it is easy to find a dose which is low enough to

produce no tumours in a group of animals, or if the case may be, not more tumours than observed in the untreated control animals. However, this dose can on present evidence, not be accepted as harmless because it may have produced these invisible and irreversible effects. The logical conclusion is that at present we are incapable to determine a harmless dose of carcinogens and therefore we have to exclude carcinogens from use as pesticides. The often debated question of the presence or not of a threshold dose is of course of great theoretical interest, but irrelevant to the decision not to use carcinogens. In fact, this exclusion has happened with the acetylaminofluorene, which is now an important tool in the study of carcinogenesis. The real problem is to find out whether a substance is a carcinogen or not. This is particularly difficult when only a weak carcinogenic action seems to be present. Such action could be unspecific and indirect. I regret that it would take too much time to discuss this now in more detail.

In all other cases where the evidence is sufficient that the minimal toxic effects of the substance are reversible and, in addition, sufficient qualitative and quantitative information is available, a harmless dose level in the animal can be agreed upon. (*See Table II*).

Usually this dose is given as a content in ppm in the dry food of rats or other animals. It is easy to calculate a corresponding dose on the basis of the kind of food used in the human diet.

From the point of view of pesticide residues there are in our country four main groups of food items for which it may be necessary to define residue tolerances, namely fruit and vegetables, potatoes, cereals, nuts and vegetable oils, meat and dairy products. For this lecture I would like to discuss only fruit and vegetables. Roughly a person of average weight and activity consumes a diet of about 3000 kcal a day, containing in our country about 400 g of fruit and vegetables together. In most experiments with rats caloric-rich diets are used, for instance the well-known Sherman ration with a caloric value of 3700 kcal per kg. If 1 ppm of a substance present in such a ration would have been selected as the maximum harmless dose, this would correspond to a daily dose of  $(3000 : 3700) \times 1 = 0,81$  mg for an hypothetical animal of the size of an average man and consuming 3000 kcal daily. This calculation is based on caloric intake, which we consider to be the most suitable basis for accounting for differences in size between different species of animals. We would like to call this dose the « corresponding experimental dose for 3000 kcal » (*see Table III*). When these 0,81 mg would all be present in the fruit and vegetable part of the diet of this animal, this would correspond to a content of  $(1000 : 400) \times 0,81 = 2$  ppm in fruit and vegetables. We would like to call this the « corres-

ponding experimental maximum content in 400 g of fruit and vegetables ». Of course this figure could not be the residue tolerance, because no safety factor has been applied.

It would have been easy if the safety factor could be calculated from some kind of evidence. In fact, it must account for all the things we are not able or not willing to determine experimentally, e.g. the possible differences in sensitivity between man and the animals used in the experiments, the larger individual variation to be expected in a human population as compared to the small and relatively homogeneous and healthy group of animals, the interaction of different pesticides or food additives, which in a particular case could result in excessive toxicity from a synergistic action and lastly also the incompleteness of the toxicity study, because no study is or could be really complete. Evidently, the safety factor is completely arbitrary and subjective.

There are several reasons to take different safety factors for different kinds of compounds. For instance, the fact that experience in the human species is available or that a prediction of the human toxicity can be made on the basis of some quantitative criterium as e.g. the inhibition of the cholinesterase. Also metabolism data may help in a quantitative comparison of toxicity in man and animal.

### **Residue studies**

It is important to realize that it is impossible to deal with tolerances without ample experience with residues as they really are. Very often they are different from the data available from studies in other countries, where the climate or the kind of crop may be different. There are large variations from one year to another and an application in a green-house gives totally different results from one in the open air. There are analytical difficulties, especially when toxic metabolites or break-down products of the pesticide are produced. It is essential that in every crop the minimum period of time between last application and harvest is compatible with the tolerance so that the chance is remote that a farmer would bring a crop to the market with more residue than tolerated, while having sprayed his field at the proper date.

There is also another important reason for making residue studies when fixing residue tolerances, that is that we feel that the tolerance should not be set at a higher value than is actually needed when the pesticide is applied according to good farming practice. For instance, if a treatment could be made in such a way as to leave no more than 1 ppm on the crop the residue tolerance would not be set at 10 ppm even if this would allow for a safety factor of more than 100.



Another important consideration in relation to the fixation of residue tolerances is that we always begin to assume that the pesticide is potentially applicable to the whole gamma of fruit and vegetables and could be present as a residue therein.

The first step is to test samples from field trials with the pesticide when applied according to the proposed spraying scheme. These samples are taken and analysed at different times after spraying, in order to get as much information on the persistence of the pesticide as possible.

The second step is to consider whether the residue found after a reasonable period between spraying and harvest is compatible with safety requirements when this residue would have been present in the whole 400 g of fruit and vegetables consumed daily by man. This is a matter of cooperation between toxicologists, analytical chemists and experts in phytopathology.

When agreement is obtained the tolerance can be fixed accordingly and the corresponding period of time between application and harvesting be laid down. This period may be different for different kinds of crop and for different kinds of culture (under glass !) or different kinds of application. In order not to complicate needlessly the system of waiting periods and tolerances it is tried as much as possible also to have a uniform waiting period (time between treatment and harvest) for a single pesticide. It has to be borne in mind that the whole matter is already complicated enough for sprayers and farmers and that perfectionalism here is confusing. In addition, not every user is well enough trained to understand the reason of different waiting periods and will follow his own council and choose the shortest.

Sometimes it is difficult to obtain a satisfactory solution when a late application is desired with a relatively persistent pesticide. Only in such a case and with applications which are really important from the point of view of agriculture we consider to limit the use of the pesticide a priori to and fix the tolerance at a higher level based on the lesser consumption of the treated product (compare *Graham and Allmark* (1)). As far as possible we like to prevent to have different tolerances for the same pesticide in different kinds of fruit and vegetables partly for the same reasons as mentioned in relation to different waiting periods and also for the reason that very often the field of possible applications of a new pesticide will increase with increased experience of its potentialities. In addition, the possibility of its presence on imported foods must be accounted for.

The safety factor between the « corresponding experimental maximum content in 400 g of fruit and vegetables » and the actual residue

tolerance indicates — with certain reservations — the degree of confidence we feel in the safety of the application. An example is given in *Table III*.

TABLE III

Summary of data and interpretation for establishment of residue tolerance for the example of

| THIRAM                                                                                                                                                                 |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1° Max. harmless dose in animal                                                                                                                                        | = 48 ppm in diet  |
| 2° Corresponding experimental dose for 3000 kcal                                                                                                                       | = 39 mg           |
| 3° Corresponding experimental content in fruit and vegetables                                                                                                          | = 97 ppm          |
| 4° Residue tolerance                                                                                                                                                   | = 3 ppm           |
| 5° Safety factor                                                                                                                                                       | = 32              |
| 6° Time between treatment and harvest = 10 days for tomatoes, cherries and strawberries in open air culture ; only before closing of the head for lettuce and endives. |                   |
| MALATHION                                                                                                                                                              |                   |
| 1° Max. harmless dose in animal                                                                                                                                        | = 250 ppm in diet |
| 2° Corresponding experimental dose for 3000 kcal                                                                                                                       | = 200 mg          |
| 3° Corresponding experimental content in fruit and vegetables                                                                                                          | = 500 ppm         |
| 4° Residue tolerance                                                                                                                                                   | = 3 ppm           |
| 5° Safety factor                                                                                                                                                       | = 170             |
| 6° Time between treatment and harvest = 4 days ; with steamnebulizing under glass between february and october 10 days ; winterculture under glass 3 weeks.            |                   |

Of course, when the pesticide will also be present as a residue in items of the diet other than fruit and vegetables, this has to be accounted for.

Finally, in *Table IV* a summary is given of the residue tolerances that have been laid down in the Netherlands. For some of these the toxicological information and residue data are insufficient and the tolerance is only provisional.

It is important to bear in mind that the safety factor as applied in this way is not comparable in all respects to the safety factor applied in intentional food additives. The residue tolerance is a maximum, usually the real content is much lower. In addition, the pesticide will not

always be used either because it was not necessary or because another pesticide had been used. These factors provide for a large degree of additional safety.

Furthermore, the size safety factor depends on the method used in accounting for the differences in size between the animals used

TABLE IV

**Provisional residue tolerances, waiting periods and calculated safety factors for a number of selected pesticides as laid down in the Netherlands**

|                               | Residue tolerance | Waiting period                               | Safety factor |
|-------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|---------------|
| aldrin                        | 0.1 ppm           | 6 weeks                                      |               |
| captan                        | 20 »              |                                              |               |
| chloorbenside                 | 3 »               | 10 days                                      | 666           |
| chloordaan                    | 0.1 »             |                                              |               |
| chloorfenson                  | 3 »               | 10 days                                      | 200           |
| DDT                           | 5 »               | 4 weeks                                      | 12            |
| demeton                       | 0.3 »             | before june 1                                |               |
| demeto-methyl                 | 0.4 »             |                                              |               |
| demeton-methyl, thiol-isomeer | 0.4 »             | 5 weeks                                      |               |
|                               |                   |                                              |               |
| diazinon                      | 1 »               | 10 days                                      |               |
| dieldrin                      | 0.1 »             | 6 weeks                                      | 20            |
| dipterex                      | 1 »               | 10 days                                      |               |
| endothion                     | 0.5 »             | 6 weeks                                      |               |
| endrin                        | 0.0 »             |                                              |               |
| EPN                           | 0.5 »             | 3 weeks                                      |               |
| foslamidon                    | 0.5 »             | 4 weeks                                      |               |
| HCH                           | 0.0 »             | 2 weeks                                      |               |
| heptachloor                   | 0.1 »             | 2 weeks                                      |               |
| isolan                        | 0.4 »             | 14 days                                      |               |
| karathane                     | 5 »               |                                              |               |
| malathion                     | 3 »               | 4 days                                       | 67 (670)      |
| maneb                         | 7 »               |                                              |               |
| mercury                       | 0.3 »             | 8 weeks                                      |               |
| metalddehyde                  | 10 »              | 10 days                                      | 100           |
| parathion                     | 0.5 »             | 3 weeks                                      | 40 (4)        |
| perthane                      | 10 »              | 10 days                                      |               |
| phosdrin                      | 0.5 »             | 4 days                                       |               |
| pyrazoxon                     | 0.1 »             |                                              |               |
| schradan                      | 0.3 »             | before june 1                                |               |
| sulfotep                      | 1 »               | 10 days                                      |               |
| tedion                        | 3 »               | 10 days                                      | 200           |
| thiodaan                      | 0.5 »             | 6 weeks                                      |               |
| thiometon                     | 0.5 »             | 4 weeks                                      |               |
| thiram                        | 3 »               | not after closing<br>of the head.<br>10 days | 32            |
|                               |                   |                                              |               |
| zineb                         | 7 »               |                                              |               |

in the testing of toxicity and man. When body weight-basis is used, the calculated dose corresponding to the size of man is much larger than when the calculation has been based on calorie intake, rate of basal metabolism or body surface. This means that in the case of body weight calculation a larger safety factor has to be used. From these remarks it is clear that the safety factor used here has no meaning out of its context and that for instance it could not be compared, without accounting for differences in the evaluation of toxicity data, with the safety factors used in the paper of Graham and Allmark.

In the short time available for this paper only a few aspects of residue tolerances and toxicity could be discussed. I hope that I have chosen the right ones.

---

## DISCUSSION

S. DORMAL (*Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux, Belgique*) donne un aperçu de la théorie de Hazleton sur la carcinogénèse et demande l'avis du Dr. Van Genderen à ce sujet.

H. VAN GENDEREN : Je ne peux pas admettre cette théorie.

S. DORMAL : Ne serait-il pas plus aisé d'introduire dans votre système de tolérance un « food factor » plutôt que de considérer que l'apport de résidus est toujours fourni par 400 gr de fruits et de légumes ?

H. VAN GENDEREN : L'introduction d'un « food factor » est incompatible avec l'établissement de tolérances sur le plan international et constitue une difficulté dans le cas des denrées importées.

A. V. DE COURCY (*Shell International Chemical Company Limited, London*) : I note the very clear account given by Dr. Van Genderen of the approach adopted by those prescribing tolerances for the presence of pesticide residues in foods, but thought that the need for such tolerances does not arise until the foodstuffs concerned enter international trade. This is because for any tolerance to be met by the farming industry the legislative authority must prescribe conditions of use which are known to result in residues being within the tolerance. Policing of such conditions of use will therefore be as effective as enforcement of a numerical tolerance.

I feel that his support of this view may be influenced by his coming from the U.K. where the setting of tolerances is deliberately avoided ; nevertheless in the U.K. the system adopted operates very effectively therefore appeal that, at the present time, when Dr. Van Genderen and several others present at the meeting are doing such valuable committee work in attempting to achieve collaboration between countries in the setting of internationally accepted tolerances, it would be advisable if individual countries would refrain from establishing tolerance separately, as this can only result in delaying the time when international agreement is realised.

A. EL ATTAR (*Gembloux*) : Existe-t-il d'autres enzymes que la cholinestérase, qui sont inhibés par le parathion et le groupement organo-phosphoré ?

Quel est le degré de leur inhibition dans le cas de leur existence ?

VAN GENDEREN : Il y a les pseudo-cholinestérases qui sont inhibées de manière peu différente.

M. E. ALESSANDRINI (*Istituto Superiore di Sanita, Rome, Italie*) : Comme l'a dit le Dr. Van Genderen, je pense qu'il est particulièrement utile d'établir des limites internationales pour les doses en résidus, ce qu'on pourrait envisager par l'intermédiaire de l'Union de l'Europe Occidentale et du Marché Commun et du Marché international en général.

Établir uniquement un intervalle entre le dernier traitement et la récolte ne me paraît pas suffisant.

Je souhaite aussi que pour les aliments de base en général et le pain en particulier pour l'Italie par exemple, les résidus tolérés soient nuls.

Dr. R. ANLIKER (*CIBA, A.G. Basel-Suisse*) :

1) Ist es überhaupt objektiv gesehen möglich alle Substanzen, welche erst bei langfristiger Anwendung und bei sehr hoch gewählten Konzentrationen Krebs hervorrufen können, von Nahrungsmitteln fernzuhalten ? Dies speziell im Hinblick auf die Tatsache, dass sich unter Anwendung bestimmter Bedingungen selbst mit wichtigen Nahrungs- und Genussmitteln (z.B. hartgesottene Eier, Milch, Tee, Koka, Zucker und Nikotin) im Tierversuch Krebs erzeugen lässt. So ist auch die vollkommene Harmlosigkeit aller Inhaltsstoffe unserer herkömmlichen Nahrungsmittel Keineswegs erwiesen. Ein treffendes Beispiel lieferte dazu die Preiselbeer-Affaire in den USA, wo man das carcinogen-verdächtige Herbizid Aminotriazol schliesslich als natürlich vorkommenden Inhaltsstoff der Preiselbeere erkannte. Weiter kann z.B. Selen in langfristigen Fütterungsversuchen in hohen Dose Leberkrebs erzeugen, erweist sich aber anderseits in kleineren Dosen (1 ppm) als lebensnotwendiges Element in der Nahrung von jungen Schafen

2) Sollten die biologischen Methoden nicht auch standardisiert werden ? Erst dann können die aus verschiedenen Laboratorien stammenden Toxizitätswerte miteinander verglichen werden

3) Sind experimentelle Anhaltspunkte bekannt, die eine lineare Abhängigkeit der Konzentration eines Mutagens von der Wahrscheinlichkeit einer Mutation zeigen ?

VAN GENDEREN :

1) When tumours have appeared in animals treated with a certain substance or food stuff this does not necessarily indicate that this substance or food stuff is carcinogenic. Special studies are required to establish the presence or absence of this property and certainly further development of the methodology is urgently needed. Whether it will be possible completely to exclude the presence of carcinogens in food is difficult to say, especially in relation to the weak carcinogens. At any rate we have to limit their occurrence as much as possible. I doubt that it has really been established that aminotriazole is anormal constituent of cranberries. The example of selenium is most interesting and certainly requires further study.



2) There is a danger in standardizing methods when the mechanism is not sufficiently understood. This certainly applies to toxicity tests. The toxicologist has the responsibility to make a design for the experiments which is most appropriate for the given substance and its application in human environment. He need a large degree of freedom for that. What could reasonably be standardized for a similar purpose has been summarized in «Procedures for the testing of intentional food additives to establish their safety for use». WHO Techn. Report Series 1958, no 144.

3) There is very little quantitative evidence. Further work is necessary to establish the dose-response curves characteristic for different types of mutagens.

---

### LITERATURE

- (1) GRAHAM, R. C. D. and ALLMARK, M. G. *Can. J. of Public Health*, Oct. 1958 p. 430.
- (2) Procedures for the testing of intentional food additives to establish their safety for use. W.H.O. Techn. Report Series, N° 144, 1958.
- (3) Appraisal of the safety of chemical in foods, drugs and cosmetics. Ass. Food and Drug. Officials of the U.S.A., 1959.
- (4) FRAWLEY, J. P. and FUYAT, N.H. *Agric. and Food Chem.*, 5 (1957), p. 346. FRAWLEY, J. P. HAGAN, E. C. FUTZHUGH, O.G., FUYAT, N. H. and JONES, W. I. *J. Pharmacol. Exp. Ther. (Abstracts)*, 119 (1957), p. 147. WILLIAMS, M.W., FUYAT, H. F. and FITZHUGH, O.F. *Toxicology*, I, (1959), p. 1.
- (5) ORTEGA, P. HAYES, W. J. DURHAM, W. F. and MATTSON, A. «DDT in the diet of the rat. Public Health Monograph N°. 43, U.S. Public Health Service, 1956 and ORTEGA, P. HAYES, W. J. DURHAM, W. F. *Arch. of Pathol.* 64 (1957), p. 614.
- (6) BARNES, J. M. and DENZ, F. A. *J. Hyg.*, 49 (1951), p. 430.

---

### SUMMARY

Among the measures to prevent the occurrence of excessive amounts of pesticides in fruits and vegetables, when placed upon the market, most important are the requirement to have a safety period between last spraying and harvesting and the establishment of residue tolerances. Many countries have requirements or recommendations of the first «preventive» type. The second «repressive» kind of requirement has been applied in European countries only to a limited scale, but further developments are planned. In the mean-time, it is important to obtain as much as possible international agreement on the future tolerances.

This could be helped along a great deal when different countries would use the same principles in the fixation of their tolerances.

In this respect the requirement for toxicity studies, the interpretation of toxicity data, the use of residue data and the influence of the extent of application on different crops have been discussed.

---

**L'établissement des tolérances en résidus en relation avec leur toxicité****RÉSUMÉ**

Parmi les mesures prises pour éviter les possibilités de doses excessives de pesticides dans les fruits et les légumes mis sur le marché, les plus importantes consistent dans les exigences d'une période de sécurité entre le dernier traitement et la récolte et dans l'établissement de limites de tolérance en résidus.

Sur le premier point, à ordre préventif, plusieurs pays ont établi des exigences ou fait des recommandations ; sur le second, en ordre répressif, il n'existe en Europe que quelques exigences encore peu étendues, mais appelées à un futur développement.

Actuellement, il est important d'établir autant que possible sur les tolérances futures, une entente internationale qui pourrait être considérablement aidée si diverses nations utilisaient les mêmes principes dans la fixation de leurs tolérances.

A cet égard, sont discutés les exigences pour l'étude de la toxicité, l'interprétation de leurs résultats, avec ceux des doses en résidus et l'influence de l'extension de leur application sur différentes récoltes.

---

**Zur Bestimmung der Rückstandstoleranzen  
und ihre Relation zur Toxizität****ZUSAMMENFASSUNG**

Die bedeutendste Massnahme zur Verhütung von überhandnehmenden Anhäufungen von Pflanzenschutzmitteln auf Obst und Gemüse ist die Verordnung einer Karenzzeit zwischen letzter Spritzung und der Ernte, und die Bestimmung von Rückstandstoleranzen. Viele Länder haben Verordnungen oder Empfehlungen in der Art des ersten « preventiven Typs ». Der zweite Typ der « repressiven » Verordnungen ist in Europa nur in beschränkter Masse angewandt worden, es wird aber in dieser Richtung weiter gearbeitet. Inzwischen wäre es wichtig, eine möglichst grosse internationale Übereinstimmung über die zukünftigen Toleranzen zu erzielen : wertvoll wäre, wenn mehrere Länder dieselben Grundsätze zur Bestimmung ihrer Toleranzen anwenden würden. In dieser Hinsicht wurde die Notwendigkeit von Toxizitätsuntersuchungen, die Auslegung toxikologischer Daten, die Auswertung von Rückstandswerten und der Einfluss der Anwendungsbreite auf verschiedene Kulturen besprochen.

---

# **Zur Frage der Wirkungsdauer von synthetischen organischen Insektiziden im Pflanzenschutz**

von Prof. Dr. Günther UNTERSTENHÖFER

*Wissenschaftliche Pflanzenschutz Abteilung, Bayer Werke, Leverkusen  
(Allemagne Occidentale)*

Der bekämpfungstechnische Fortschritt der modernen synthetischen organischen Insektizide gegenüber den als Schädlingsbekämpfungsmitteln verwendeten natürlich vorkommenden Drogen, wie Nikotin, Pyrethrum, Derris und Veratrin liegt in ihrer relativen Stabilität. Sie wirken nicht nur unmittelbar nach der Anwendung durch direkten Kontakt oder orale Aufnahme, sondern sie behalten mehr oder weniger lange Zeit nach der Applikation in Form von Insektizid wirksamen Rückständen auf den behandelten Unterlagen ihre Toxizität. Sie besitzen eine sogenannte Rückstands- oder Residualwirkung. Die auf der Hand liegenden bekämpfungstechnischen Vorteile der neuen Insektizide sind :

1. Herabsetzung der Zahl der Behandlungen, in dem eine Massnahme dasselbe zu leisten vermag, wie mehrere Anwendungen der Drogen.
2. Geringere Termingebundenheit.
3. Erhöhung des Wirkungsgrades durch verbesserte Trefferwahrscheinlichkeit insbesondere bei beweglichen Arten ; auch nicht direkt getroffene Individuen stossen bei Ortsveränderung, bei Zuflug oder Zuwanderung auf toxische Rückstände.

Die Rückstandswirkung ist also eine wesentliche Eigenschaft der synthetischen Insektizide. Sie interessiert nicht nur den Phytopathologen, sondern auch den Toxikologen. Den einen im Interesse des oekonomischen Schutzes der Nutzpflanzen vor Insektenschäden, den anderen im Interesse des Verbrauchers von Ernteerzeugnissen vor gesundheitsschädlichen Wirkstoffrückständen. Beide möchten Klarheit darüber haben, wie lange Rückstände auf Pflanzen verbleiben und wie diese zu bewerten sind. Dabei geht es im Grunde um die Frage, ob man nach Anwendung eines bestimmten Insektizides in einer bestimmten Dosis von einer bestimmten Dauer biologischer Wirksamkeit sprechen kann oder ob die Wirkungsdauer ausser von der Dosis von anderen Faktoren abhängig ist, die Wirkungsdauer also eine variable Grösse darstellt. Im folgenden soll zu dieser Frage unter dem Aspekt der Insektiziden Dauerwirkung Stellung genommen werden. Dabei finden

die organischen P-Ester bevorzugte Berücksichtigung, weil ihr Verhalten besonders gut bekannt ist. Über den speziellen Fall dieser Verbindungsgruppe hinaus haben jedoch die Erörterungen weitgehend allgemeine Gültigkeit für organische Insektizide. Schon GUNTHER und BLINN(1955) haben darauf hingewiesen, dass sich auch chemisch sehr verschiedene organische Insektizide mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften als Rückstände auf und in Pflanzen prinzipiell weitgehend ähnlich verhalten, bedingt durch die gemeinsame Eigenschaft, relativ schnell in pflanzliche Öle und Wachse zu wandern. In dieser Eigenschaft stellen sie eine Klasse von Wirkstoffen für sich dar und verhalten sich anders als anorganische Wirkstoffe.

### 1. *Wirkungsdauer und Dosis*

Unter sonst gleichen Bedingungen nimmt ganz allgemein die Wirkungsdauer mit steigenden Aufwandmengen zu. Es muss jedoch immer wieder registriert werden, dass z.B. eine Verdoppelung der Dosis keine Verdoppelung der Wirkungsdauer zur Folge hat, dass vielmehr die Zunahmen der Dauerwirkung mit steigenden Aufwandmengen abnehmen.

(R)

#### Dauerwirkung von Lebaycid gegen Larven von *Dacus oleae*

| Wirkstoffkonzentration | Dauerwirkung in Tagen |
|------------------------|-----------------------|
| 0,015 %                | 35-40                 |
| 0,03 %                 | 40-45                 |
| 0,06 %                 | 45-50                 |
| 0,12 %                 | 50-55                 |

Die gleiche Feststellung wurde bei chemischen Untersuchungen über die Rückstände synthetischer Insektizide und Akarizide gemacht.

Auch hierbei musste registriert werden, dass die absolut vorhandene Menge an Wirkstoff, die nach einer bestimmten Zeit gefunden wird, von der ausgebrachten Menge abhängt, dass dagegen die prozentuale Rückstandsmenge, die eine bestimmte Zeit nach der Anwendung verblieben ist, gleich und unter sonst gleichen Bedingungen und auf der gleichen Pflanzenart unabhängig davon ist, wie hoch die Aufwandmengen waren. In weiteren Untersuchungen konnte dann gezeigt werden, dass wenn man die Rückstandswerte in ppm in Abhängigkeit von den Zeitabständen nach der Anwendung in einem Koordinatennetz aufträgt, man eine Exponentialkurve erhält. Daraus folgt, dass die Dauerwirkung eines Insektizids eine Funktion seiner Halbwertszeit ist. Dabei ist die Halbwertszeit definiert als die Zeit, die notwendig ist, um die Hälfte der gegebenen Menge eines Stoffes zur Reaktion kommen

zu lassen. Neuerdings ist vorgeschlagen worden, nicht den Begriff « Halbwertszeit » zu verwenden, weil dieser für radioaktive Elemente festgelegt ist. Stattdessen wird der Begriff « residue-life »-Periode oder abgekürzt « RL » Periode empfohlen.

## 2. Wirkungsdauer und Pflanze

Es ist allgemein bekannt und wurde schon betont, dass die Halbwertszeit als Mass für die Wirkungsdauer der modernen synthetischen organischen Insektizide in hohem Masse vom Substrat bzw. den Unterlagen, auf denen sich die Rückstände befinden, bestimmt wird. Ganz allgemein ist die Dauerwirkung auf inerten Unterlagen länger als auf lebenden Pflanzen. So besitzen verschiedene Insektizide, wie Lindan und Chlorierte Diels-Alder-Addukte im Boden eine über Monate, ja sogar Jahre sich erstreckende Wirkungsdauer. Auch die grossen Fortschritte in der Bekämpfung von Hygieneschädlingen, wie Fliegen, Mücken, Wanzen usw. beruhen weitgehend darauf, dass die synthetischen Insektizide es ermöglichen, monatelang wirksame Wandbeläge zu schaffen.

Im Vergleich dazu ist die Dauerwirkung auf Pflanzen, insbesondere auf den grünen Pflanzenteilen, den Blättern, relativ kurz. Sie beträgt günstigstenfalls wenige Wochen, ist jedoch meist erheblich kürzer. Der Grund hierfür liegt darin, dass zusätzlich zu den die Wirkstoffe abbauenden klimatischen Einflussgrössen die Pflanze selbst aktiv am Metabolismus und Abbau der Wirkstoffe beteiligt ist. Innerhalb der Pflanze erfolgt ein progressiver Präparateschwund durch enzymatische und andere, meist noch wenig bekannte Umwandlungsprozesse. Recht gut sind die Kenntnisse über die Umwandlung und den Abbau der organischen P-Ester, insbesondere der systemischen Insektizide. So konnten MÜHLMANN und TIETZ z.B. für Methylisosystox nachweisen, dass dieser Wirkstoff wie auch seine Oxydationsprodukte Sulfoxyd und Sulfon in der lebenden Pflanze dem normalen hydrolytischen Abbau zu ungiftigen Verbindungen unterliegen, wobei als erstes Abbauprodukt Dimethylphosphorsäure und als Endprodukt Orthophosphorsäure entstehen.

Deutliche Unterschiede ergeben sich auf den verschiedenen Pflanzenteilen. So ist durchweg die Dauerwirkung auf Früchten länger als auf Blättern. Es beträgt z.B. der  $RL_{50}$ -Wert für Parathion auf Apfel Früchten 5 Tage, auf Apfelblättern dagegen nur 2 Tage. Offensichtlich verlaufen die Abbauprozesse schneller auf den Blättern als auf den Früchten. Ebenso wichtig ist die Feststellung, dass die Dauerwirkung auf verschiedenen Pflanzenarten deutliche Unterschiede aufweisen kann. So besitzt der organische Phosphorsäureester « Dipterex » auf grünen



Pflanzenteilen im allgemeinen nur eine kurze Wirkungsdauer. Um so auffälliger ist es, dass die Dauerwirkung auf Rübenblättern gegen die Rübenfliege (*Pegomya hyoscyami*) mit mehr als 10 Tagen beachtlich ist. Möglicherweise spielt hierbei die pH-Abhängigkeit der Hydrolyse eine Rolle. Geht doch aus den Untersuchungen von MUELMANN und SCHRADER hervor, dass bereits eine geringe Verschiebung des pH-Bereiches nach der sauren Seite eine Erhöhung der Stabilität und damit der Dauerwirkung bedeutet.

Einen wertvollen Beitrag für das Verständnis des unterschiedlichen Verhaltens speziell der systemischen Insektizide auf verschiedenen Pflanzenarten lieferten unlängst METCALF und Mitarbeiter. Sie stellten fest, dass « Disyston » (R) auf Baumwolle eine wesentlich längere Dauerwirkung besitzt als auf Tomaten. Der Grund hierfür konnte aufgezeigt werden: die Oxydationsrate des Disystonsulfoxyd war in Tomatenblättern etwa dreimal so hoch wie in Baumwollblättern. In weitgehender Übereinstimmung mit diesen Befunden erfolgte der Abbau in der Tomate etwa zweimal so schnell wie in Baumwolle. Besonders bemerkenswert ist, dass die  $P^{32}$ -Aktivität in der Chloroformphase bei Zitronen über zwei Wochen relativ konstant blieb. Ursache hierfür ist, dass die öllöslichen Ester nach Translokation in den Öldrüsen gespeichert und so vor einer hydrolytischen Spaltung geschützt werden. Dagegen wird das Systox-Thiol-Isomer in die wässrigen Gewebe der Zitronenblätter verfrachtet. Dieses unterschiedliche Verhalten der beiden Wirkstoffe steht in enger Beziehung zu ihrer Wasserlöslichkeit, die für « Disyston (R) » 66 ppm und für das Systox-Thiol-Isomer 3900 ppm beträgt. Eine eingehende Bearbeitung des Verhaltens anderer Wirkstoffe auf verschiedenen Pflanzen würde sicherlich wesentliche Beiträge zum ursächlichen Verständnis der Abhängigkeit der Dauerwirkung von der Pflanzenart liefern.

Neben der Pflanzenart und den Pflanzenteilen spielt die Wachstumsintensität der Pflanzen eine beachtliche Rolle für die Dauerwirkung. Es liegt auf der Hand, dass die Wirkungsdauer umso schneller beendet ist, je stärker das Pflanzenwachstum ist, allein schon bedingt durch die mit dem Wachstum einhergehende Konzentrationsabnahme. 1939 veröffentlichten FAHEY und RUSK eingehende Untersuchungen über die Zunahme der Fruchtoberfläche bei Äpfeln der Sorte Grimes Golden vom Abfall der Blütenblätter an bis zur Ernte. Sie stellten fest, dass die Fruchtoberfläche täglich um etwa 1 qcm zunimmt. Der relative Zuwachs ist besonders in den ersten Wochen der Entwicklung sehr gross und beträgt sogar in den ersten Tagen bis zu 100 %, um dann ständig kleiner zu werden. Durch diese Vergrößerung der Fruchtoberfläche wird laufend die auf der Frucht befindliche Wirkstoffkonzentration

tration verdünnt, und zwar um so stärker, je grösser der relative Zuwachs ist. Die Verfasser wiesen nach, dass in den ersten 45 Tagen nach der Blüte Spritzungen mit Arsenpräparaten in Zeitabständen von 10 Tagen nicht ausreichen, um auch den Neuzuwachs hinreichend zu schützen.

In eigenen Versuchen mit « Disyston (R) » konnte gezeigt werden, dass die beim Grössenwuchs eintretende Giftverdünnung entscheidend die Dauerwirkung beeinflusst, dass dem zufolge Angaben über die Dauerwirkung allein nach Massgabe der Zeit unvollständig sind und durch Angaben über den Entwicklungsverlauf der Pflanzen ergänzt werden sollten.

Wachstumsintensität und Abbau wirken gleichzeitig und in dem Sinne dass die Wirkungsdauer immer nur zeitlich begrenzt sein kann.

### 3. Wirkungsdauer und Witterung

In engem Zusammenhang mit der Wachstumsintensität und dem Abbau steht die Witterung, insbesondere die Temperatur. Eingehende Untersuchungen von MUHLMANN und SCHRADER haben gezeigt, dass die Hydrolysegeschwindigkeiten der organischen P-Verbindungen bei einer Temperaturerhöhung von nur 10°C um fast das vierfache zunehmen. Da sich die Wirkstoffe in der Pflanze praktisch in einem wässrigen Milieu befinden, ist es verständlich, dass die Hydrolyse und damit die Dauerwirkung in hohem Masse von den herrschenden Aussentemperaturen abhängt. Man muss also bei hohen Temperaturen mit einer zeitlich kürzerer Dauerwirkung rechnen als bei tiefen Temperaturen. Hierbei ist jedoch der gleichzeitige Einfluss der Temperatur auf die Wachstumsintensität der Pflanzen und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Schädlinge sowie der Schädlingspopulationen zu berücksichtigen: hohe Temperaturen beschleunigen in gleichem Masse Pflanzenwachstum und Insektenentwicklung und verkürzen die kritische Befallszeit.

Bei Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Dauerwirkung von « Disyston » auf « *l'iciafaba* » konnte Verf. feststellen dass in weitgehender Übereinstimmung mit den Messungen von MUHLMANN und SCHRADER bei 20°C etwa zwei- bis dreimal so viel Wirkstoff abgebaut wurde wie bei 12°C und dementsprechend die Wirkungsdauer kürzer war.

METCALF und Mitarbeiter untersuchten den Einfluss der Temperatur speziell auf die Umwandlung von « Disyston (R) » die bekanntlich in Form einer Oxydation in Sulfoxyde und Sulfone vor sich geht. Dabei fanden sie, dass mit steigenden Temperaturen die Oxydationsrate zunimmt. Temperaturerhöhung um 10°C steigerte die Oxydation des Disyston Sulfoxyds um das 1,9-fache.

GUNTHER und BLINN wiesen darauf hin, dass bereits in den ersten beiden Tagen, mitunter sogar in den ersten Stunden nach der Spritzung ein bestimmter Anteil des ausgebrachten Wirkstoffes durch mechanische Abreibung, Regen und Wind von der Pflanzenoberfläche entfernt wird und damit für die Dauerwirkung verloren geht. Sie begründen diesen Verlust damit, dass die untere Schicht des Spritzbelages, die sich in unmittelbarem Kontakt mit der Blattoberfläche befindet, schnell an der wachshaltigen Kutikula fixiert wird, während die darüber liegende Schicht mechanischen Einwirkungen ausgesetzt ist. Die daran anschliessenden Wirkstoffverluste (degradation behavior) werden ebenfalls durch die Witterung verursacht und finden an der Kutikula statt. Meist fällt diese Abbaukurve stark ab und geht in einen flacheren Verlauf über (persistence behavior), der den bereits erwähnten Präparateschwund innerhalb der Pflanze repräsentiert.

#### 4. *Wirkungsdauer und art-, stadien- und rassenspezifisches Verhalten der Insekten*

Es ist allgemein bekannt, dass jede Organismenart auf die Einwirkung jeder Einflussgrösse mehr oder weniger spezifisch reagiert. Auch Insektizide sind solche Einflussgrössen. Jeder Wirkstoff hat seine spezifischen toxikologischen Charakteristika, von denen das Wirkungsspektrum als Ausdruck der artspezifischen Reaktionsunterschiede eine der markantesten biologischen und damit bekämpfungstechnischen Eigenschaften darstellt. Diese artspezifischen Reaktionsunterschiede können sich in Extremen zwischen hoher Anfälligkeit einiger Arten und ausgeprägter Widerstandsfähigkeit anderer Spezies bewegen. Sie sind besonders ausgeprägt bei mindertoxischen Wirkstoffen, bei denen die Spanne zwischen insektizider Wirkung und Warmblütertoxizität sehr weit ist. Insektizide dieser Art zeigen in der Regel deutliche und durchweg eng umgrenzte Indikationsoptima, wenn man dabei als Kriterium eine sich in ökonomisch tragbaren Grenzen bewegende Dosisspanne benutzt.

Aus der Erscheinung, dass die letale Dosis für jede Art mehr oder weniger verschieden ist, ergibt sich zwangsläufig, dass auch die Dauerwirkung als eine Funktion der aktiven Dosis neben der Halbwertszeit bei den verschiedenen Insektenarten verschieden lang ist, und zwar um so länger, je anfälliger eine Art ist, und umso kürzer, je höher die Widerstandsfähigkeit ist. Man kann also nicht von einer insektiziden Dauerwirkung schlechthin sprechen, sondern immer nur von einer Wirkungsdauer gegenüber einer bestimmten Art. So muss es die Phytopharmacie als Selbstverständlichkeit betrachten, dass Angaben über die Wirkungsdauer ohne Angaben der Schädlingsarten und der Pflanzenarten

unvollständig sind. Als Beispiele sind hier die systemischen Insektizide besonders herauszustellen, bei denen lange Wirkungsdauer gegen saugende Insekten, vor allem Aphiden und Tetranychiden gegeben ist, die aber nur eine kurze oder völlig fehlende Wirkung gegen bissende Insekten besitzen.

Aber auch bei der gleichen Art sind häufig zumindest graduelle, oft sogar prinzipielle Unterschiede in der Empfindlichkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien wie Imago, Ei, Larve und Puppe zu verzeichnen. So konnte bei Versuchen mit organischen P-Verbindungen zur Bekämpfung der Olivenfliege (*Dacus oleae*) festgestellt werden, dass im cover - spray - Verfahren eine sehr lange Wirkungsdauer gegen Maden, dagegen eine wesentlich kürzere Wirkung gegen die Imagines zu registrieren war. Hierfür lassen sich leicht zahlreiche Belege beibringen. Angaben über die Wirkungsdauer eines Präparates gegen eine bestimmte Art sind deswegen auch nur dann korrekt und aufschlussreich, wenn dabei das Entwicklungsstadium mit erwähnt wird. Das wird vielfach nicht getan und kann zu widersprechenden Bewertungen von Wirkstoffen führen. Es gehört deswegen auch heute schon zu einer allgemeinen Gepflogenheit, bei der Besprechung von Akariziden die Stadienspezifität herauszustellen und zwischen ovizid-larvizid wirkenden Substanzen einerseits und Mitiziden mit Wirkung vorwiegend auf die postembryonalen Stadien andererseits sorgfältig zu unterscheiden, da diese Angaben sowohl für die Bewertung wie für den richtigen Einsatz wichtig sind.

Die Erörterung der stadienspezifischen Empfindlichkeit wäre unvollkommen, wenn dabei nicht das Verhalten der verschiedenen Entwicklungsstadien berücksichtigt würde. Nicht selten ist eine Stadienspezifität in der praktischen Bekämpfung nur scheinbar vorhanden und beruht in Wirklichkeit darauf, dass ein bestimmtes Entwicklungsstadium seines Verhaltens wegen in der Zeiteinheit mehr Gift aufnimmt. So ist im allgemeinen die Imago bei Insektenarten beweglicher und wechselt häufiger den Standort, als die Larve, die als fressendes Stadium mehr ortstet ist, wohingegen die wesentliche Aufgabe der Imago in der Verbreitung der Art liegt. Ähnlich liegen die Unterschiede bei geflügelten und ungeflügelten Aphiden. Das hat zur Folge, dass sich die Larven meist länger im begifteten Milieu aufhalten als die Imagines. Als Beispiel sei hier wieder auf die Olivenfliege zurückgegriffen. Die Larven dieser Art vollenden ihre Entwicklung in der Olivenfrucht, während die Fliege zur Eiablage von Frucht zu Frucht fliegt und sich dort jeweils nur befristete Zeit mit mehr oder weniger langen Unterbrechungen aufhält. Die in einer begifteten Frucht befindliche Made bleibt dagegen so lange in einem toxischen Milieu wie Wirkstoff vorhanden ist. Auf sie wirkt also fortwährend das Insektizid ein.



Es ist nun eine wesentliche Eigenschaft der meisten synthetischen Insektizide, dass sie eine sogenannte zeitgebundene Giftwirkung besitzen. Das bedeutet, dass die Giftwirkung nicht nur eine Funktion der Dosis, sondern ebenso eine solche der Einwirkungsdauer ist, im Gegensatz zu den Giften mit zeitloser Giftwirkung, bei denen die Toxizität ausschliesslich von der Dosis bestimmt wird. Danach kann man theoretisch mit jeder beliebigen Dosis die Abtötung einer anfälligen Art erreichen, wenn eine genügend lange Einwirkung erzielt wird. Praktisch sind jedoch nach unten Grenzen durch den Schwellenwert gegeben. Dieser Schwellenwert ist physiologisch im Entgiftungsvermögen der Insekten begründet, und zwar in der Weise, dass unterhalb des Schwellenwertes das Entgiftungsvermögen grösser ist als die Gifteinwirkung auf das Erfolgsorgan, so dass es nicht zu einer toxischen Konzentration am Wirkungsort kommt.

Um auf das Beispiel der Olivenfliege zurückzukommen, ist — von einer stadienspezifischen Empfindlichkeit abgesehen — die längere Wirkungsdauer organischer P-Verbindungen gegenüber den Larven in einer behandelten Frucht weitgehend auch die längere Einwirkungsdauer dieser zeitgebundenen Wirkstoffe auf die Maden im Gegensatz zu den Fliegen zurückzuführen. Dazu kommt allerdings, dass auf die Larven wahrscheinlich auch noch die besonders lange vorhandenen subkutikulären Rückstände (*persistence behavior*) dann noch einwirken können, wenn bereits die kurzlebigen extrakutikulären und kutikulären Rückstände, denen die Fliegen ausgesetzt sind, unterschwellige Konzentrationen erreicht haben oder verschwunden sind.

Die gleichen Verhältnisse liegen bei anderen pflanzenschädlichen Dipteren (Kirschfruchtfliege, Rübenfliege) vor.

Neben der Art- und Stadienspezifität tritt heute immer stärker die Rassenspezifität in den Blickpunkt der Schädlingsbekämpfung. Wir haben uns heute mit der bekämpfungstechnisch gravierenden Tatsache auseinanderzusetzen, dass nach längerer Anwendung von Insektiziden und Akariziden der Wirkungsgrad bei verschiedenen Schädlingen progressiv nachlässt, bedingt durch eine abnehmende Ansprechbarkeit der Arten und, wie wir heute wissen, ausgelöst durch Selektion. Das führt dazu, dass zur Abtötung der selektierten neuen Rassen immer höhere Aufwandmengen benötigt werden, bis schliesslich ökonomisch nicht mehr zu rechtfertigende Dosierungen erforderlich sind.

So kommt es, dass selbst hohe, ursprünglich lange Zeit wirkende Präparatrückstände bei resistenten Rassen bereits subletale und den Ausleseprozess beschleunigende Dosen bedeuten. Es ist bemerkenswert dass sich die ersten Hinweise für Resistenzentwicklung in der Praxis in Form einer abnehmenden Dauerwirkung dokumentieren.



Gleiche Präparatrückstände können also bei der gleichen Art und dem gleichen Entwicklungsstadium sehr verschiedene Wirkungen auslösen, je nachdem ob es sich um anfällige oder resistente Populationen handelt.

Neben diesen eingehend besprochenen Faktoren, die die Dauerwirkung von Insektiziden entscheidend bestimmen, gibt es noch verschiedene andere Einflussgrößen, deren Wirkung zwar erkennbar ist, aber als von untergeordneter Bedeutung angesehen werden darf. Dazu gehören u.a. Teilchengröße und Formulierung der Wirkstoffe.

---

## DISCUSSION

MARTENS P. H. (*Institut Agronomique de l'État, Gembloux, Belgique*).

— Ordinairement les biologistes observent l'efficacité de traitements qui ont été effectués dans des conditions déterminées. D'un autre côté, les chimistes obtiennent la valeur des dépôts ou des résidus qui existent après des traitements de natures déterminées aussi. Mais on possède peu de renseignements sur l'efficacité biologique en fonction de la valeur des dépôts ou des résidus constatés par voie chimique.

La chose est assez regrettable ; une collaboration plus réelle entre biologistes et chimistes permettrait d'expliquer d'une manière plus précise le motif des échecs observés après certaines conditions opératoires. Il se pourrait dans d'assez nombreux cas que ces échecs soient causés uniquement par l'absence de dépôts, ou l'insuffisance de leur rémanence.

HARONSKA G. (*Pflanzenschutzamt, Bonn, Allemagne*).

— Dauerwirkung und Wirkstoffrückstände hängen ausser den besprochen Faktoren sehr wesentlich von der Dosierung und Applikation ab. Beide erfordern bei Versuchsangaben so vollständige Mitteilungen, dass die Versuche rekonstruierbar sind. Zwischen Dosierung und Applikation kann ein erheblicher Unterschied bestehen, dann nämlich, wenn die kinetische Energie der Tropfen an der Pflanzenoberfläche zu gering ist, um die Tropfen anzuheften. Je Tropfengröße sind diese Energieverhältnisse verschieden. Mit der Tropfengröße kann man auch Anfangs- u. Dauerwirkung sowie phytotoxische Nebenwirkungen regulieren (z.B. E 605-Anwendung unter ca. 12° C, Schwefelanwendung in Apfelbäumen über ca. 25° C) Einfache Reaktionen, wie den sog. Abklatschtest für Kupfer (KJ-Methode o.a.), sind für die anderen Fungizide dringend erforderlich, um davon qualitativ Wiederholungstermine abhängig machen zu können.

---

## LITERATUR

- FAHEY J.E. and RUSK H.W. A field method for the chemical evaluation of spray deposits resulting from the application of insecticides for control of the codling moth. *USDA, Bureau Ent. Plant Quarantine*, E 491, 1939.
- GUNTHER and BLINN. *Analysis of Insecticides and Acaricides*. Interscience Publishers, Inc. New York.

- METCALF R. L., REYNOLDS H. T., WINTON M. and FUKUTO T. R. Effects of temperature and plant species upon the rates of metabolism of systemically applied Disyston ». *J. Econ. Entom.*, **52** (1959), 435-439.
- MUHLMANN R. und SCHRADER G. Hydrolyse der insektiziden Phosphorsäureester. *Ztschr. für Naturforschung*, **126** (1957), 196-208.
- MUHLMANN R. und TIETZ H. Das chemische Verhalten von Methylisoxystox in der lebenden Pflanze und das sich daraus ergebende Rückstandsproblem. *H-Briefe*, **9** (1956), 116-140.
- UNTERSTENHÖFER G. Die Bekämpfung von Sprossschädlingen durch Saatgutbehandlung mit systemischen Insektiziden. *Internationale Pflanzenschutztagung*, Hamburg, 1957.
- KOLBE W. Versuche zur Bekämpfung der Olivenfliege im Raum Chania/Kreta in der Zeit vom 1.9-16.11.1958. Unveröffentlichtes Manuskript.

---

#### ZUSAMMENFASSUNG

Eine bekämpfungstechnisch wichtige Eigenschaft der synthetischen organischen Insektizide ist die zeitlich mehr oder weniger befristete Dauerwirkung. Sie beruht auf Präparatrückständen auf bzw. in den Pflanzen und bewirkt, dass auch einige Zeit nach der Anwendung die behandelten Objekte vor Neubefall geschützt sind. Die Dauer der insektiziden Wirkung ist nicht nur abhängig von den spezifischen chemisch-physikalischen Eigenschaften eines Wirkstoffes, sondern wechselt auch in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussgrößen. Die Faktoren, die die Wirkungsdauer massgebend beeinflussen, werden anhand ausgewählter typischer Beispiele besprochen. Es sind :

1. Dosis
2. Pflanze (Pflanzenart, Pflanzenteil)
3. Witterung
4. Art-, stadien- und rassenspezifisches Verhalten der Insekten.

---

#### Sur l'activité rémanente des insecticides organiques de synthèse dans la protection des plantes

##### RÉSUMÉ

Parmi les propriétés des insecticides synthétiques organiques utilisés sur le plan technique, la rémanence plus ou moins accentuée est l'une des principales.

Elle repose sur les résidus formés sur les plantes ou absorbés par elles et fait en sorte que même après quelque temps les objets traités sont protégés préventivement.

La durée de l'activité insecticide n'est pas uniquement dépendante des propriétés chimiques et physiques de la matière active, mais encore de facteurs divers dont différents types seront mentionnés ; tels, les facteurs relatifs aux doses, aux plantes, aux influences climatiques, aux espèces, aux stades d'évolution et aux réactions spécifiques raciales des insectes.

---

## **Residual effect of synthetic organic insecticides in crop protection**

### **SUMMARY**

The more or less time-limited efficacy is an important property of the synthetic organic insecticides.

This persistence is based on the pesticide residues, ensuring a temporary protection from reinfestation after application.

The residual effect of an insecticide is not only dependent on the specific physico-chemical properties of the active ingredients, but is being influenced by different major factors, as illustrated by the author by means of some typical examples :

1. Dose
  2. Plant (-species, -part)
  3. Weather conditions.
  4. Reactions of the insects according to species and stage.
-

## Current problems in pesticide use

by Henry HURTIG

*Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa (Canada)*

The subject of this symposium is of continuing world-wide interest. Therefore, an opportunity to exchange experiences and opinions is timely, and welcome. Unlike most problems in biology, this problem of the control of pesticide residues is a man-made one. Unfortunately decisions may frequently be made in this matter by people who are poorly informed or swayed by emotion rather than scientific facts. The Delaney amendment in the U.S.A. and the problems it has created in agriculture are typical of the unfortunate influences that are being brought to bear in this matter. The social, economic and scientific problems which now have to be considered are similar to those associated with radio-active fall-out, but they are much more tangible, since they are problems that are already with us.

At this stage, none of us can claim a sophisticated approach to the multiple scientific problems involved. By necessity we have had to employ an ad hoc approach. Last year in Munich (1), I stressed the necessity for discrimination in avoiding superficial testing and development. BARNES (2) has recently made an appeal for common sense and the development of scientific principles in the mammalian toxicology sector of this problem. Sound principles must eventually evolve, but much depends on how much we learn to guide future research from our current experiences. The huge effort now being devoted to developing information in the new field of residue chemistry is in danger of becoming redundant unless the planning of this work is divorced from mere regulatory considerations and realigned to primarily advance the state of our knowledge in the employment of chemicals in pest control.

Agricultural plant and animal production methods in Canada are rapidly being revised, placing emphasis on technological developments that will enable a smaller skilled labor force to produce a larger volume of high quality food at a lower cost. The vertical integration of the poultry industry, hog production and the fresh, frozen and canned vegetables industry are examples of the applications of recent scientific developments to the technology of production. This has created a demand for more use and variety of pesticides and a more discri-

minating approach to their use. The value of pesticide sales in Canada is still increasing and in 1960 will probably exceed 30 million dollars. Unfortunately, this all comes at a period of uncertainty for some of our pest control recommendations with the result that some problems formerly of academic interest now have a very real potential for significant economic consequences. These economic and regulatory factors exert an important force on regional research programs in Canada. For this occasion, I have chosen three problems now at various stages of investigation, to illustrate how the current approach to pest control research has been modified by these factors in the last few years.

The complicating factors peculiar to research in pesticide use in Canada have been reviewed elsewhere (1). Among these, regional climatic conditions have been stressed as having an important bearing in forecasting pesticide performance and rate of residue loss. In order to avoid repetitive research under a variety of conditions it would be extremely valuable to have a simplified uniform basis for determining the applicability of residue data from several geographical locations to a local problem. HOSKINS (3) has recently proposed a mathematical treatment of residue data in order to accomplish this. DORMAL (4) has pointed out the complex of pre- and post-application factors that will effect initial deposit and persistence. DORMAL (5) and HOSKINS (4) have also both emphasized the current state of our art is such, that we cannot calculate the value of the important parameters involved to determine the relationships of the coefficients to be employed in forecasting residue persistence versus time.

In Canada the diversity of Canadian climatic conditions, and location of food production areas in relation to climatic conditions illustrates the importance of climatic differences: Approximately 75 % of the cultivated area of Canada has a humid microthermal rain-snow climate. Important Western-Canadian production zones in this major climatic classification area also have long dry seasons. In an important cattle producing section of this western area, the dry middle latitude « Steppe » (semi-arid) climate prevails. Other important agricultural production zones are found in climatic zones that range from « marine west coast » (with precipitation throughout the year), « dry summer sub-tropical », « Mediterranean » and a smaller semi-arid « Steppe » zone that is a major fruit producing area in British Columbia. Agricultural production has not yet become an important factor in the sub-arctic. It will be interesting to determine whether or not the long daylight hours will be adequate compensation for lower prevailing temperatures in forecasting pesticide residue behavior in this area.



### Arsenic residues on fruit

The most important old inorganic pest control agent still in use is arsenic. In Canada it is still being used in certain areas for the control of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (L), apple maggot, *Rhagoletis pomonella* (Walsh), plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Hbst), and grey-banded leaf roller, *Argyrotaenia moriana* (Fern). The bulk of the use is confined to the apple producing areas of Nova Scotia, New Brunswick and Quebec, with lesser amounts used in Ontario. Practically no arsenicals are used in the British Columbia fruit producing areas.

The goal of many research workers in plant protection today is the integration of chemical control with biological control, wherever this practice is feasible. Much progress has been made in this direction, especially in Nova Scotia where PICKETT and his associates (6) have developed a « modified spray program » which relies upon the selective toxicity of insecticides, acaricides and fungicides to promote maximum survival and efficiency of parasites and predators of pest species of economic importance in apple orchards. Due to circumstances peculiar to Nova Scotia, this type of spray program has been widely employed in this area and is practiced to a lesser extent in Quebec and Ontario. The savings to Nova Scotia apple growers have been an important factor in the economics of the apple industry in this area, since the continued use of this type of spray schedule has reduced pesticide materials costs to \$ 4,50 per acre as opposed to almost \$ 50,000 per acre in New York State. Lead and calcium arsenate (as well as ryania, nicotine and oxev) are important pesticides in this type of plant protection program, due to low cost and low toxicity to beneficial insects.

Two man-made regulations and new impending action on stricter application of these regulations have required a reappraisal of the current practices involving the use of lead arsenate and a search for alternative materials. Quarantine requirements in importing countries require strict enforcement of control measure for the apple maggot, involving among other measures, the use of lead or calcium arsenate as sprays in July. Anomalies between countries now exist in residue tolerances for arsenic on fresh fruit. In Canada this tolerance was set many years ago at 2,0 p.p.m., in the U.S.A. it is 2,3 p.p.m. Three years ago England gave notice of impending legislation setting the tolerance in that country at 1,0 p.p.m. and this statutory limit became law in 1959. Recently we have received advice that a zero tolerance for arsenic will be recommended in West Germany. A three year research program on timing of arsenic spray schedules recently completed in Nova Scotia, allowed the revision of dates of application to

meet the U.K. requirement of 1,0 p.p.m maximum residue (7). In this investigation, the importance of rainfall and maturity data of varieties of apples became obvious and it has been possible to adjust the spray application dates for the most important commercial varieties. *Table 1* provides representative 1959 data from 36 commercial orchards receiving two spray applications in July. The residues exceeded the established Canadian tolerance of 2,0 p.p.m. only in the early varieties Crimson Beauty and Gravenstein. In the great majority of samples of other commercial varieties, the residues would meet the U.K. requirement of 1,0 p.p.m.

TABLE 1

**Arsenic residues on Nova Scotia apples from commercial orchards (\*)**  
(results in p.p.m. arsenic (As), fresh fruit basis)

| Variety        | No. of samples | Range     | Average | Sampling (Harvest) Date |
|----------------|----------------|-----------|---------|-------------------------|
| Crimson Beauty | 4              | 1,03-2,73 | 1,93    | Aug. 17                 |
| Gravenstein    | 9              | 0,67-2,47 | 1,47    | Sept. 4                 |
| McIntosh       | 9              | 0,39-1,15 | 0,74    | Sept. 24                |
| Golden Russet  | 4              | 0,32-1,05 | 0,65    | Sept. 30                |
| Delicious      | 5              | 0,18-1,34 | 0,69    | Oct. 15                 |
| Spy            | 2              | 0,96-1,11 | 1,04    | Oct. 15                 |
| Wagener        | 3              | 0,84-1,33 | 1,12    | Oct. 15                 |

The summary of data in *Table 2* show the influence of rainfall on arsenic residues on apples from experimental plots over a three year

TABLE 2

**\* Influence of rainfall on terminal arsenic residues on Nova Scotia apples.**

| Year               | Rainfall (inches) |      |       |       | Residues (As) fresh fruit (p.p.m.)<br>Spray dates (**) |                          |                          |
|--------------------|-------------------|------|-------|-------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                    | July              | Aug. | Sept. | Total | July 10-13<br>July 10-13                               | June 27-28<br>July 10-13 | July 10-13<br>July 25-27 |
| 1957               | 1,68              | 3,11 | 3,02  | 7,81  | 0,70                                                   | —                        | 1,72                     |
| 1958               | 2,20              | 4,92 | 5,52  | 12,64 | 0,29                                                   | 0,42                     | 0,65                     |
| 1959               | 2,38              | 3,63 | 3,70  | 9,71  | 0,58                                                   | 0,97                     | 1,45                     |
| 45 Year<br>Average | 2,74              | 3,70 | 3,42  | 9,60  |                                                        |                          |                          |

(\*) From BISHOP et al (7).

(\*\*)  $\text{PbHAsO}_4$ , 3 lb 100 gal.

period, 1957, 1958 and 1959. Rainfall during July, August and September in these years varied substantially. It will be noted that regardless of the time of application and number of sprays, residues were lowest in 1958, highest in 1957 and intermediate in 1959. Analytical results for arsenic residues on foliage samples showed a similar relationship. The 1959 rainfall over the period concerned is very similar to the 45 year average for this area. Thus 1959 may be considered an average year, 1957 a dry year and 1958 considerably wetter than average.

There are small prospects that it will be possible to alter spray dates to achieve earlier applications, due to the peculiar variations in duration of stages in the life history of the apple maggot. Duration of the pupal stage may vary in a single locality from one winter to an extreme of three or four years. Similarly there are apparently gross variations in the duration of adult longevity ranging 19 to 60 days (8). These variations have an important bearing not only on the degree of manipulation of residue persistence that is required for control, but also on the design of experiments to evaluate alternative insecticides. C. W. MAXWELL at our Fredericton N.B. Research Station has been attempting to establish the influence of changes from the old fungicide applications (Bordeaux) to newer materials and surface active agents (captan, glyodin and Triton B 1956) on persistence of arsenic and the degree of apple maggot control than can be expected. Part of MAXWELL's work has been reviewed by DORMAL (5) and more recently the effects of fungicides and other spray components on the toxicity of deposits to adults of the apple maggot have been reported (9). It is apparent that captan and Triton B 1956 not only influence the nature and persistence of lead arsenate residues, but also reduce the toxicity of the available deposits of lead arsenate to the adult fly. The fungicides glyodin and phygon and the protein hydrolysate bait lures did not affect the effectiveness of lead arsenate, but the old combination of calcium arsenate and Bordeaux resulted in a higher toxicity rating than any of the lead arsenate combinations. Further sequential analyses of the effects of other spray schedule components on alternative insecticides are in progress both in the field and laboratory. There are indications of a slight reduction of the toxicity of diazinon when combined with fungicides, no effects on guthion's toxicity, and an enhancement of the toxicity of Sevin when combined with phygon. Further studies of the influence of these combinations on persistence will also be required.

Alternative insecticides may provide a relatively simple solution in New Brunswick, Quebec, and Ontario where « modified spray pro-

grams » are not well established. However, this approach in Nova Scotia requires a much more intensive effort in order to preserve the gains already made in building up useful populations of parasite and predators. Also, a requirement for alternative pesticides may mean a substantial increase in the cost of spray materials. An interesting adjunct to orchard treatments now being explored at Kentville, N.S., has been planned to attempt to take advantage of the newly developed « controlled atmosphere » method of apple storage prior to shipment. This investigation is now in progress and as yet it is too early to forecast the results.

One is reluctant to leave this account of the complications caused by a man-made problem, without at least some reference to the lack of information in the literature on the hazard from lead arsenate in the food of man. The present status of knowledge has been recently summarized by the Food Protection Committee of the U.S.A. National Research Council (10). Apparently data exist for the potential carcinogenicity of arsenic trioxide and sodium arsenite in laboratory animals. The conclusion derived was :

« Listed here are a number of compounds sometimes referred to as being carcinogenic for experimental animals but for which available evidence seems inadequate to support such conclusion ».

On the whole we have relatively few problems from residues in fruit and vegetables production. The arsenic residue problem is a regional one that will be solved in a manner consistent with hazard to man, and regional horticultural and economic policies. Another production area with special problems is in the greenhouse production of cucumbers and tomatoes. Here resistant mites and stringent requirements for powdery mildew control complicate the approach to the control of residues. Time does not permit a discussion of this problem here. Instead I would like to take this opportunity of dealing with a residue problem arising from forage insect control and the approach adopted for its solution.

### **Residue problems in grasshopper control**

Grasshopper infestations in Canada are a periodic problem in approximately 50,000 square miles of the southern farming areas of the three Prairie Provinces and on British Columbia rangelands. Analysis of the cyclical nature of outbreaks has indicated a high positive correlation of adult grasshopper densities with average temperature of the previous summer and of June of the current year, and a high negative correlation with rainfall during the previous August and September (11).

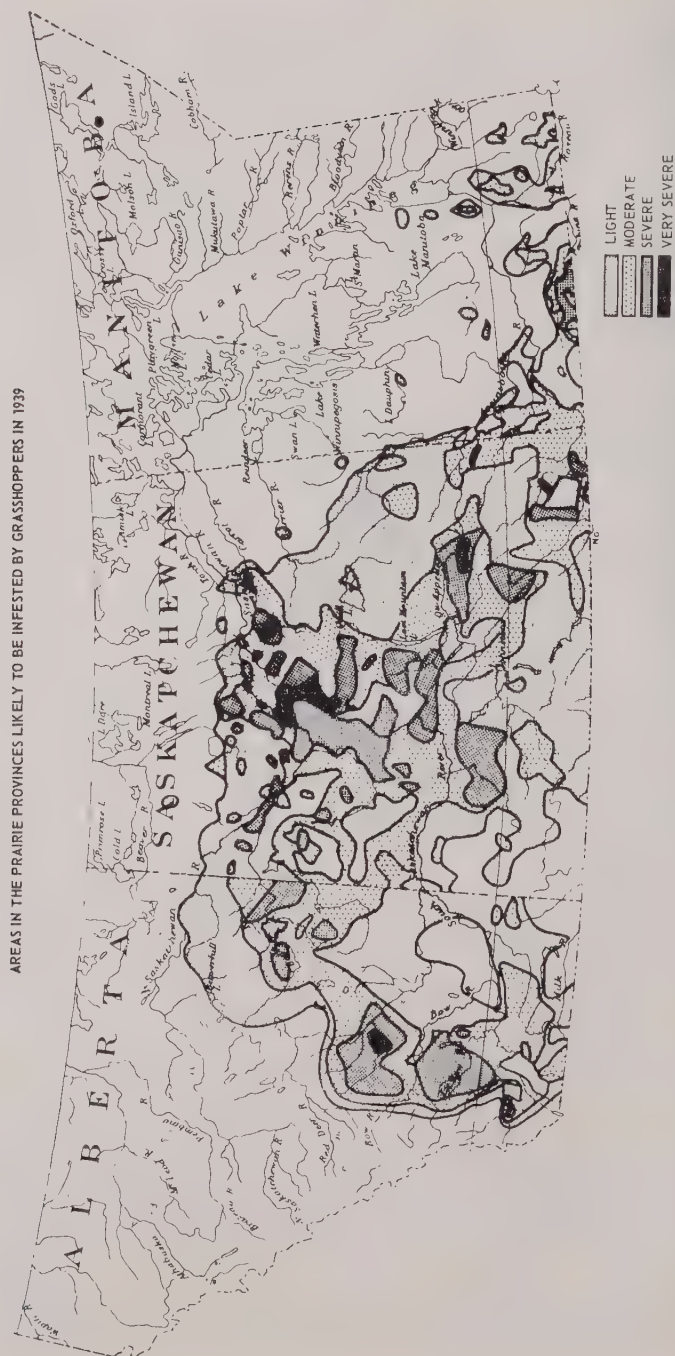


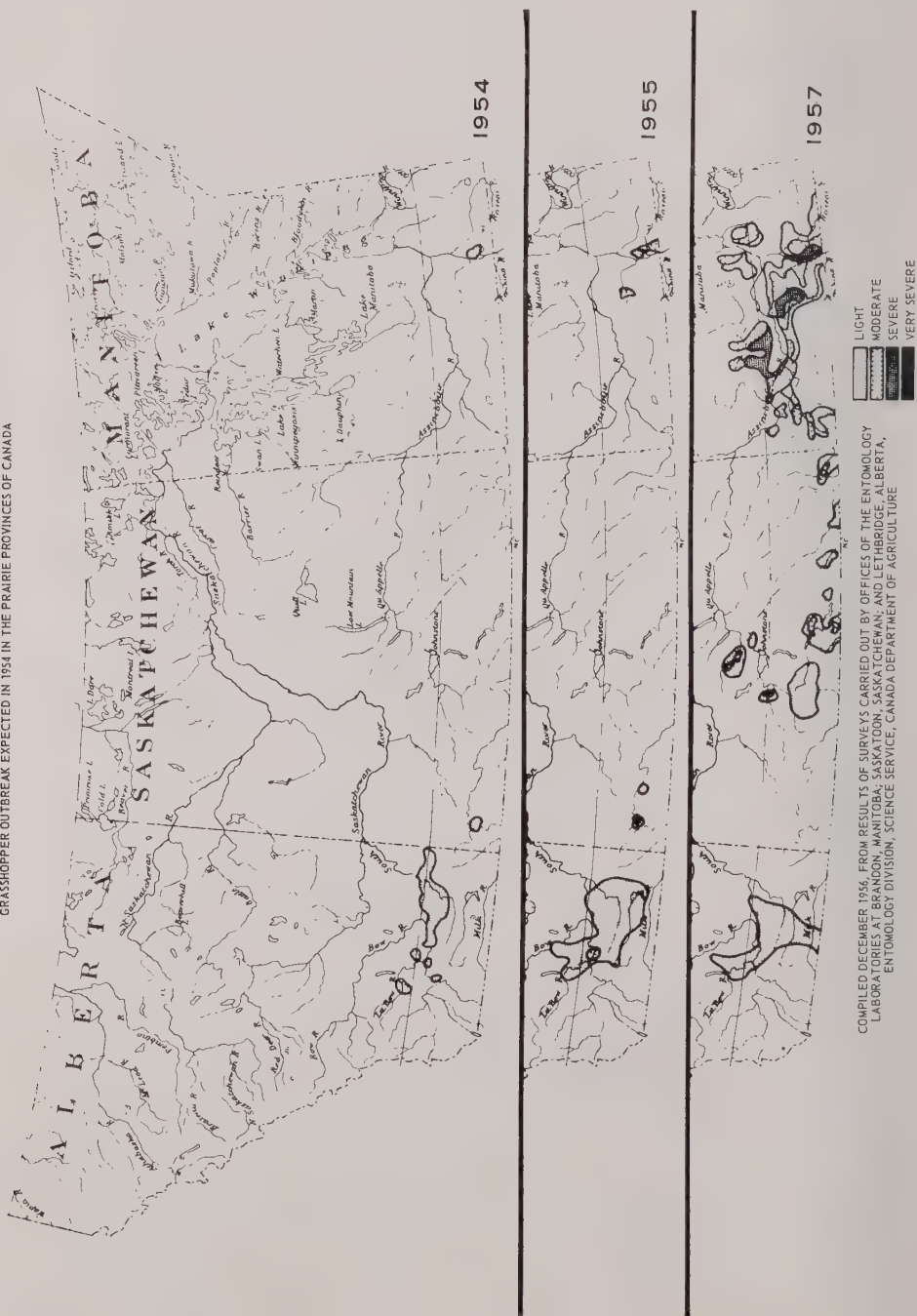
Fig. 1



Further studies indicated high positive correlations between grasshopper densities and mean monthly temperatures during May and September of the previous three years, and high negative correlations between total precipitation during April to August of the previous two years (12).

The serious nature of grasshopper outbreaks before the advent of the cyclodiene compounds is readily apparent from an examination of the peak of the previous cycle in 1939 in which almost the whole agricultural areas of the Prairie Provinces was involved (*Figure 1*). At that time cultural control, and arsenical bran and sawdust baits were the only methods available. In the current outbreak, grasshopper infestations have increased from non-economic levels in 1954 to moderate or severe from 1957 to 1959 over a similar area (*Figures 2 and 3*). The current trend suggests a decline in severity, but an extension of the area of the outbreak in 1960. Damage throughout this outbreak and economic losses have been kept at a low level by the general use of aldrin, dieldrin and heptachlor sprays at a cost of a little as 18 cents for insecticide per treated acre. Canadian farmers will not return to the use of baits. Fortunately, the bulk of the agricultural areas involved are devoted to cereal production and the cyclodiene compounds may still be employed as sprays on these crops. However, approximately 10 %-15 % of the acreage is already devoted to forage production and there is an increasing trend toward increased livestock production in the whole area. The first of the cyclodiene compounds were introduced for general use in grasshopper control starting in 1949, reaching broad scale by this time, even though no serious outbreak was apparent (*Figure 2*). Development of the outbreak in 1958 and the promulgation of zero tolerance residue regulations under the Food and Drugs Act, have required an exhaustive reappraisal of the residue picture for the cyclodiene compounds and consideration of alternative approaches to control of insects on forage and pasture in order to prevent the contamination of animal products, particularly meat and milk.

As early as 1953 the literature contained sign-posts of the difficulties ahead when DAVIDOW and RADOMSKI reported the conversion of heptachlor to its epoxide in the animal body (13). Recently, the other pertinent literature on the conversion of aldrin to dieldrin (14), the behaviour of these compounds in soil (15) and on plants (16, 17) and their rate of storage and excretion in farm animals (18, 19, 20, 21) have allowed an objective appraisal of the residue problems likely to occur from grasshopper control operations on pasture and forage. One of our greatest difficulties in appraising the status of our own recommendations has been that most of the data developed regarding the rate of loss of residues on forage plants have been for alfalfa, clover



COMPILED DECEMBER 1956, FROM RESULTS OF SURVEYS CARRIED OUT BY OFFICES OF THE ENTOMOLOGY LABORATORIES AT BRANDON, MANITOBA; SASKATOON, SASKATCHEWAN; AND LETHBRIDGE, ALBERTA, ENTOMOLOGY DIVISION, SCIENCE SERVICE, CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Fig. 2

and other legumes in climatic and agricultural areas quite unlike those of the Prairie Provinces.

In Saskatchewan, when grasshopper outbreaks reach the proportions illustrated in *Figure 3*, accompanying drought conditions are such that alternative pasture is not available for cattle. Under these severe conditions the recommendation to keep cattle off of treated pasture for any interval is unrealistic and impossible. Where hay crops or other pasture not currently being grazed require treatment, the residue data developed in humid continental microthermal climates are not applicable to the important middle latitude steppe areas of Saskatchewan and Alberta (*Figure 1*). DORMAL (5) has presented confirmatory evidence that residues of stable epoxides such as dieldrin are only dissipated by dilution by plant growth. This principle is of major importance in forecasting residue rate of loss in this semi-arid area.

Growth patterns for forage crops in an arid region are often quite erratic. Swift Current, Saskatchewan is typical of such a dryland farming area. In this area, if soil moisture reserves are adequate, the rate of growth is very rapid in June, but comes to an abrupt halt with very little additional growth after the end of June. Typical fluctuations in seasonal and annual yields of two cultivated grass-alfalfa mixtures in this area are recorded in *Table 3*. The minus yields shown in the table for the latter part of the season reflect loss of yields greater than can be attributed to grazing as leaves wither and drop off. It is

TABLE 3  
Yields (\*) (lbs/acre) of cultivated mixtures on dryland, Swift Current,  
Saskatchewan (\*\*)

| Approximate<br>dates of<br>cutting | Crested wheatgrass<br>+ alfalfa |      |      |      | Russian wild ryegrass<br>+ alfalfa |      |      |      |
|------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------------------------------------|------|------|------|
|                                    | 1956                            | 1957 | 1958 | 1959 | 1956                               | 1957 | 1958 | 1959 |
| May 25                             | 775                             | 760  | 735  | 310  | 770                                | 875  | 445  | 350  |
| June 15                            | 150                             | 15   | —15  | 125  | 475                                | 10   | 30   | 55   |
| July 15                            | 360                             | 110  | 140  | 35   | 750                                | —10  | 70   | 235  |
| July 25                            | —25                             | —95  | —85  | 350  | 10                                 | —125 | 210  | 280  |
| August 15                          | —5                              | 5    | —190 | 75   | —90                                | 40   | —125 | 50   |
| Sept. 5                            | —45                             | 105  | 115  | 35   | —50                                | —10  | 215  | 15   |
| Sept. 25                           | 80                              | —10  | —5   | —55  | —15                                | —10  | —45  | —35  |

(\*) Yields determined by Difference Method.

(\*\*) Unpublished data courtesy J. B. Campbell, Experimental Farm, Research Branch, Canada Department of Agriculture, Swift Current, Saskatchewan.

GRASSHOPPER OUTBREAK EXPECTED IN 1959 IN THE PRAIRIE PROVINCES OF CANADA

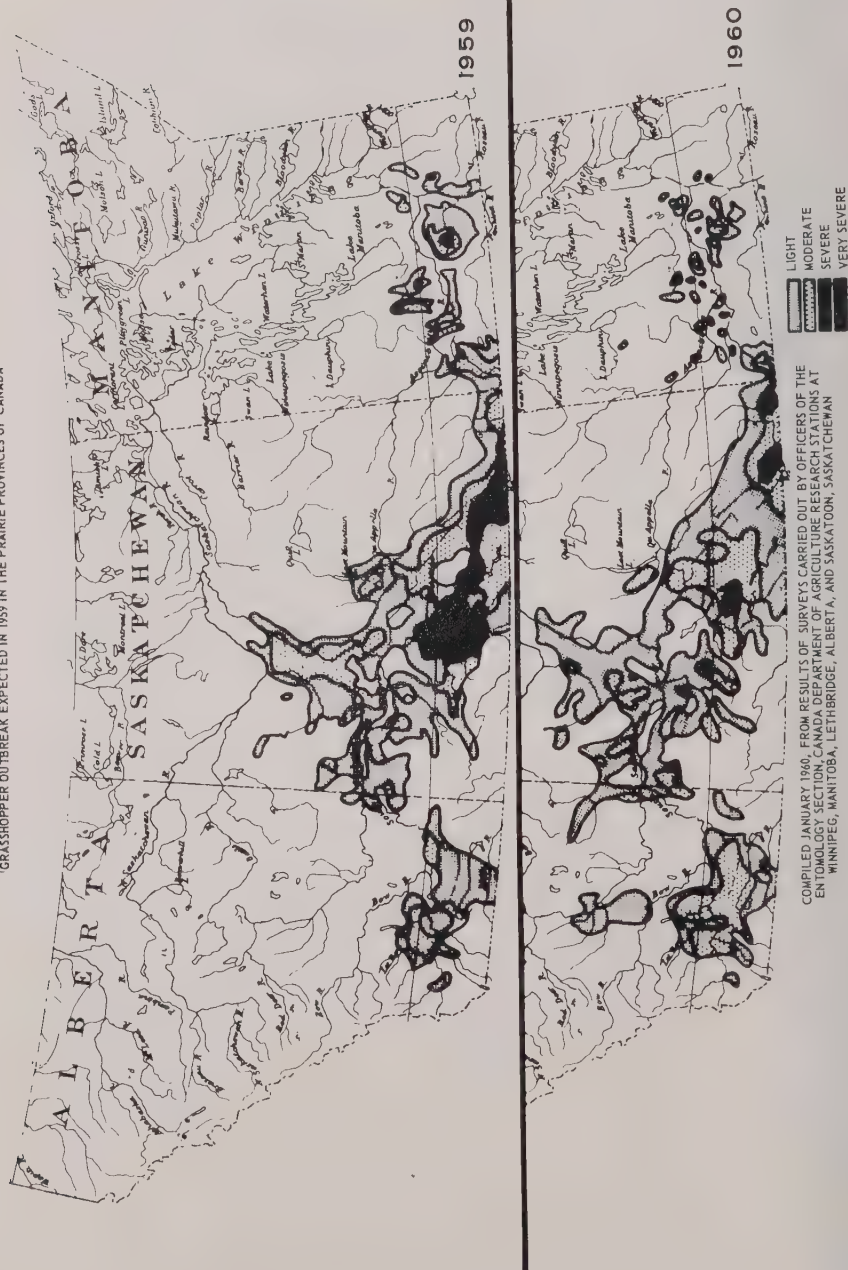


Fig. 3

unfortunate that as yet data are not available from any area that would relate rate of growth of forage plants, and meteorological factors to the rate of dilution of stable terminal residues from aldrin, dieldrin, heptachlor and toxaphene.

A cursory examination of residues in milk products confirmed that the situation reported from the U.S.A. (18) would be encountered if the current use of the cyclodiene compounds was prolonged on pasture and forage. Therefore, it was with great reluctance that recommendations for the use of these compounds were withdrawn in late 1959.

Fortunately, sufficient research on alternative compounds has been in progress to allow at least a temporary replacement with a more expensive compound that should be free of any residue problems when treated forage is fed to livestock. The naphthyl carbamate Sevin already has an impressive record as an orchard insecticide. Extensive toxicological studies have been carried out, allowing the establishment of relatively high tolerances (10 p.p.m.) for residues of this compound on a variety of fruits and vegetables. Fortunately, in addition to low mammalian hazard, Sevin has one other most attractive property. When fed to dairy cows at a rate as high as 450 p.p.m. based on dry roughage intake, the milk is free of residue of Sevin, 1-naphthol, and conjugates of 1-naphthol. Part of the ingested Sevin is hydrolyzed to 1-naphthol, which is detoxified and eliminated in urine as water-soluble conjugates. A small amount of free 1-naphthol or Sevin also appears in the urine and another portion of the original compound appears unchanged in feces (\*).

Our colleagues in the United States Department of Agriculture in Montana have conducted sufficient comparative field trials with Sevin for grasshopper control to warrant trial use in Canada in 1960. At first glance it would appear that data developed in Montana, North Dakota, Colorado or Wyoming would be highly pertinent to our Prairie Provinces. In general this would hold but in the U.S.A. the bulk of control applications will be aimed at rangeland, through aerial applications of oil solutions. A special water suspensible powder formulation has been developed to be used in the low volume ground machines equipped with gear pumps that are used in the Canadian Prairie Provinces. The efficiency of this formulation and method of application will be investigated in 1960. Other new compounds, such as dimethoate (Rogor) also appear promising, but require further development and feeding trial investigations before a complete ap-

(\*) Unpublished data made available through courtesy of Union Carbide Chemical Company, Feb. 1960.



praisal can be made. The residue data for toxaphene and data accumulated from feeding trials with this compound are currently also being reappraised to determine the nature of additional information that will be required to determine if it may be used as an alternative control agent on forage crops without residue problems.

Keeping milk and other animal products completely freed of residue as required by law, presents many challenges to the science of plant and animal protection, and a heavy burden of responsibility for those officers responsible for interpreting data and making recommendations.

### Systemic insecticides for livestock insect control

In the past five years new interest has arisen in the possibility of achieving economic control of the cattle warbles *Hypoderma lineatum* (De Vill.) and *H. bovis* (L.), and cattle lice through the use of organophosphate compounds with systemic properties in animal tissues. Until this new group of compounds became available, the maximum effectiveness possible with two applications of rotenone was 70-85 per cent. Ecological studies have shown that survival of the flies must be kept to less than five per cent for suppression or eradication. Since the systemics hold promise for control levels of better than 85-95 per cent, the factors attending their safe, efficient and economical use are being investigated intensively by a group of investigators at our Lethbridge and Kamloops laboratories (22, 23, 24, 25, 26). Three compounds already available for general use in Canada are ronnel (*O,O*-dimethyl *O*-(2,4,5-trichlorophenyl) phosphorothioate), CO-RAL (Bayer 21/199; *O,O*-diethyl-*O*-(3-chloro-4-methyl-7-coumarinyl) phosphorothioate) and Ruelene (4-tert.-butyl-2-chlorophenyl methyl methylphosphoramidate). These materials are available in various forms including bolus, feed additives, sprays and injectable formulations, depending on the animal management practice followed in particular areas. The use of dimethoate (Rogor) is currently being studied in connection with larval antigens prepared from first instar warble larvae. Injections of these materials have given encouraging results in the control of one species, *Hypoderma bovis* (27). Interest in the use of these compounds and antigens has been stimulated since not only are the hypodermal stages controlled, but also the prehypodermal stages of the grubs can be destroyed, preventing the economic carcass damage known as « licked beef » or extensive damage to the hide (22).

The other attractive feature of this group of compounds is in the control of lice in cattle. Studies of population cycles of lice on cattle showed that certain animals are susceptible to lice and that lack of

resistance in the host results in rapid build up of lice populations. This phenomenon has particularly drastic consequences in severe weather and at low levels of host nutrition. Unless such infestations are controlled, secondary anemia is caused in the host possibly leading to abortion in pregnant cows, and to death (26). Single annual sprays of CO-RAL for cattle grubs are also affording effective control of lice.

Due to the fact that free-ranging herds in the intermountain areas of British Columbia are not available for treatment until early winter, sprays are not practical. Therefore, the potential use of ronnel and Ruelene have received special development in this area. One most interesting experiment is in progress with a geographically isolated herd of 1000 cattle. This group has received annual treatment with the ronnel bolus, with the result that the warble infestation has been reduced from an average of 30,2 grubs per untreated check calf in 1957-58 to an average of less than 1,0 grub per untreated check calf in 1959-1960 (29).

From the effectiveness standpoint, further research on the compounds possessing the desirable properties is certainly indicated. However, the use of the currently available materials is not free of disadvantages. Toxic side effects have been observed in the animals, including scouring, lethargy, inappetence, tympany, partial paralysis, etc... Since these materials are cholinesterase inhibitors, it is not surprising that during the period of their administration, especially as low level feed additives, there will be interference with feed utilization and other effects. KHAN *et al.* (23) encountered an outbreak of shipping fever in a treated herd of calves. This has raised the question of whether the cholinergic stress raised by CO-RAL treatment lowered the resistance of the treated calves, since they had all been previously vaccinated for this disease. Questions have also been raised by experiments in which more than one treatment of spray material for horn fly control have suggested a depression of weight gains. This work is currently being extended in order to determine whether the loss in weight was directly related to the toxicity of the insecticide, or other associated effects. KHAN is of the opinion that blood cholinesterases alone are inadequate for establishing safety margins in treatments and criteria for toxicity. Therefore, these studies are being extended to investigate effects on myoneural junctions more pertinent to the toxic effects observed, and the impairment of the efficiency of the circulatory and the other organ systems involved.

The potential hazard of residues from these compounds in human food has been controlled by limiting their registered uses to non-lactating animals, since there will be no harmful residues in meat, providing the appropriate interval between application and slaughter is

observed. However, only 15 % of Canadian beef comes from ranch operations confined to beef production. The balance of the beef supply is produced in other areas in which individual farms will frequently have both dairy and beef animals. I am afraid that in many cases the temptation to treat both types of animals will be more than human nature can resist. As long as the current philosophy of residue control continues to insist on zero tolerances for any compound in milk, this and the other reasons outlined above weaken the usefulness of the currently available compounds in animal production. Therefore, we must consider them as only the forerunners of new compounds, and await the availability of even more useful compounds the chemical industry will no doubt develop in the future. The experiences of today will lead to the developments of the future and open the approach to other livestock insect control problems that are now complicated by the residue problem.

### Conclusion

Although the foregoing few examples of problems of current interest are occupying our attention in Canada, I am certain that all of us will recognize problems areas of mutual interest. In my own work I am fortunate in having access to information pertinent to these matters coming from many sources. One sees all the possible variations in quality of experimental design and the results of research. As I mentioned in my opening remarks, none of us can claim to be sophisticated in this matter. However, there are a few points that are worth emphasizing at this time. I would strongly urge that the chemists devote more attention to problems that are of common interest to us all. The first is the basic one of experimental design and sampling procedures in field experimentation in order to ensure that the residue data developed are representative of the conditions likely to occur in pest control operations. Recently, DAHM *et al.* (30) have suggested approaches that are basic in this field of investigations. The second matter requiring attention is the simplification of analytical procedures. The current trend is toward more complex and more expensive procedures and equipment that can only be placed in a few highly specialized laboratories. It is now essential that public health workers and research workers in agriculture have at their disposal reliable analytical methods for the identification and quantitation of pesticide residues in various types of substrates. Apart from the purely regulatory needs, such methods are also basic for the primary purpose of research in agriculture to obtain maximum efficiency and economy from a minimum amount

of pesticide. The procedures worked out in various research centres (including industrial research centres) are not always readily accessible to other workers and there has been little to guide the various laboratories new to pesticide residue work in the choice of suitable methods. A selection of basic recommended methods is needed that would be most practical for laboratories new to pesticide residue investigations. In most cases two or more methods should be available. One a highly sensitive method, the other less sensitive and less accurate, but providing rapid results with a minimum of expensive equipment.

It is encouraging to note that working parties of the Western European Union and the European and Mediterranean Plant Protection Organization are interested in the standardization of analytical procedures. It is also encouraging to learn that the Pesticides Division of the International Union of Pure and Applied Chemistry has indicated agreement in principle to the necessity for action to standardize and disseminate methods and information on analytical procedures. I would urge you individually or through Western European Union, E.P.P.O., F.A.O. or any other national or international group you are associated with to express your interest or support of this project to the Pesticides Division of IUPAC. Similarly, the work on standardization of bioassay procedures should be revitalized and put on a proper plane at the next International Congress of Plant Protection. This matter is not only of importance in residue research, but also in the detection and measurement of resistance in insects of agricultural importance.

Finally, I am disturbed by the increase of activity in individual countries or groups of countries to plunge ahead independently in the establishment of residue tolerances that can present serious barriers to efficient food production and restrict the international movement of food supplies. In the absence of agreement on scientific principles to be employed in the establishment of tolerances, this matter deserves prompt serious concerted attention, and authoritative international leadership. Joint action by WHO and FAO has already been recommended (31). I respectfully suggest that objective representations should be made to FAO to assume the initiative in this matter.

---

## DISCUSSION

BENNLOCH M. (*Estacion Fitopatologia, Madrid, Espagne*).

— Il est évident qu'il existe certainement des produits qui sont toxiques pour les insectes et peu ou pas toxiques pour l'homme et les animaux à sang chaud. Je voudrais demander pourquoi tous les insecticides qui ont été introduits sur le marché dans les 20 dernières années sont tous toxiques pour les insectes et l'homme



aussi. Il est bien dommage que jusqu'à présent on n'ait pas découvert plus de produits non toxiques pour l'homme, mais je crois que dans l'avenir il sera possible de s'orienter mieux vers la découverte de produits inoffensifs pour l'homme.

CHARLIERS N. (*Union Chimique Belge, Bruxelles*).

— L'industrie ne s'oriente pas vers les produits toxiques pour l'homme, mais cherche au contraire à les éviter.

Les produits naturels non ou peu toxiques ne sont délaissés que par leur utilité insuffisante et leur prix de revient élevé qui limitent leur emploi à des usage déterminés.

VAN DEN BRUEL W. E. (*Station d'Entomologie de l'État, Gembloux*).

— D'importants traitements insecticides appliqués sur fourrages ont lieu au Canada ; nous n'avons pas l'expérience des traitements des fourrages. Le conférencier pourrait-il nous dire si l'on a jamais observé au Canada une influence défavorable de l'application de l'insecticide sur la faune de ces cultures fourragères. En Belgique, on a observé et nous avons pu confirmer, lors d'expériences de traitements du sol pour détruire les stades hypogés de *Rhagoletis cerasi* que certaines parcelles traitées renfermaient finalement, après plusieurs mois, un plus grand nombre de pupes que les parcelles témoins non traitées. Le phénomène a été attribué à la destruction des prédateurs dans les parcelles traitées, spécialement des fourmis.

BENNLOCH M.

— A ce que j'ai dit tantôt je demande qu'il me soit possible d'ajouter qu'il existe des plantes qui ne sont jamais attaquées par certains groupes de parasites. Je pense qu'on peut dire que ces plantes contiendraient vraisemblablement une substance inhibitrice ou insectifuge et qu'on pourrait en tirer usage. Nous avons pu vérifier dans les serres de nos laboratoires qu'en appliquant le jus de feuilles de ces plantes sur haricots, nous avons pu inhiber temporairement les attaques de l'aleurode *Trialeurodes vaporarium*.

PLASMAN A. (*Belgian Shell Co, Bruxelles, Belgique*).

— Le fait que des espèces de parasites « ignorent » des espèces végétales est aussi dû à un mécanisme d'électivité nutritive du parasite plus qu'à la présence dans la plante de substances répulsives ou insecticides.

---

#### BIBLIOGRAPHY

- (1) HURTIG H. Communication to Symposium on Food Additives and Pesticide Residues. *17th Int. Congress. on Pure and Applied Chemistry*, Munich, Germany, September 1959.
- (2) BARNES J. M. *Food Drug and Cosmetic Law Journal*, **15**, 158-164. 1960.
- (3) HOSKINS W. M. *Proc. U.S.D.A. Pesticide Residue Conference*, Jan. 19-20, 1959, Washington, D.C.
- (4) DORMAL S. *Proc. III<sup>e</sup> Symposium sur les Substances Étrangères dans les Aliments* (Como-Villa Communale Dell'Olmo 14-18 May, 1957), pp. 232-258, Milano 1958.
- (5) DORMAL S. Communication to Symposium on Food Additives and Pesticide Residues. *17th Int. Congress on Pure and Applied Chemistry*, Munich, Germany, Sept. 1959.



- (6) PICKETT A. D., PUTMAN W. L. and LE ROUX E. J. *Proc. 10th Int. Congress of Entomology*, **3**, 169-174. 1956.
- (7) BISHOP R. F., CHISHOLM D. and PATTERSON N. A. *96th Ann. Rept. Nova Scotia Fruit Grower's Assoc.*, 1960 (In Press).
- (8) CHRISTENSON L. D. and FOOTE R. H. *Annual Review of Entomology* **5**, 171-192. 1960.
- (9) MAXWELL C. W., *Can. J. Plant Sci.*, (In Press). 1960.
- (10) ANONYMOUS. Appendix B., p. 39, Publication 749, Nat. Acad. Sci., National Research Council, Washington, D.C. 1960.
- (11) MACCARTHY H. R. *Can. J. Agr. Sci.*, **6**, 445-62. 1956.
- (12) EDWARDS R. L. *Can Ent.* (In Press). 1960.
- (13) DAVIDOW B. and RADOMSKI, J. L. *J. Pharmacol. and Exptl. Therap.*, **107**, 259-65. 1953.
- (14) BANN J. M. *Jour. Agric. and Food Chem.*, **4**, 937-41. 1956.
- (15) GANNON N. and BIGGER J. H. *Jour. Econ. Ent.*, **51**, 1-2. 1958.
- (16) GANNON N. and DECKER C. G. *Jour. Econ. Ent.*, **51**, 3-7. 1958.
- (17) GANNON N. and DECKER G. C. *Jour. Econ. Ent.*, **51**, 8-11. 1958.
- (18) ANONYMOUS. *Jour. Econ. Ent.*, **52**, 1206-1210. 1959.
- (19) GANNON N., LINK R. P. and DECKER G. C. *Jour. Agric. and Food Chem.*, **7**, 824-826. 1959.
- (20) GANNON, LINK R. P. and DECKER G. C. *Jour. Agric. and Food Chem.*, **7**, 826-828. 1959.
- (21) GANNON N., LINK R. P. and DECKER G. C. *Jour. Agric. and Food Chem.*, **7**, 829-832. 1959.
- (22) WEINTRAUB J., RICH G. B. and THOMPSON C. D. M. *Can. Jour. Anim. Sci.*, **39**, 50-57. 1959.
- (23) KHAN M. A., THOMSON D. D. M. and PELHAM W. L. *Can. Jour. Anim. Sci.*, **39**, 115-120. 1959.
- (24) WEINTRAUB J., THOMSON C. D. M. and QUALLY M. C. *Can. Jour. Anim. Sci.*, **39**, 58-63. 1959.
- (25) RICH G. B. and IRELAND, H. R. *Can. Jour. Anim. Sci.*, **39**, 170-175. 1959.
- (26) RICH G. B. *Can. Jour. Anim. Sci.* (In Press). 1960.
- (27) KHAN M. A., CONNELL R. and LE Q. DARCEL C. *Can. Jour. Comp. Med. and Vet. Sci.* (In Press). 1960.
- (28) SHEMANCHUK W. D. *Can. Jour. Comp. Med. and Vet. Sci.* (In Press). 1960.
- (29) RICH G. B. Unpublished data. 1960.
- (30) DAHM P. A., GARLAND J., HIBBS E. T., ORGELL W. H., PFAEFFKE W. O. and LEE I. *Jour. Econ. Ent.*, **52**, 791-798. 1959.
- (31) F.A.O. Expert Panel on the Use of Pesticides in Agriculture. FAO Report 59.7.5639, No. 1959/3. Rome, 1959.

---

## SUMMARY

In a country as large as Canada, wide variations in climate, type of agricultural areas, farming practices and the relative importance of the pest species, all complicate pest control problems of natural origin. Agricultural plant and animal production methods are rapidly being revised so that fewer highly skilled producers will be able to produce more food of a uniform high quality to meet consumer demands. The emphasis on technological developments has increased the amount and variety of chemicals required in pest control.

Frequent reappraisal of the adequacy of information on established compounds is now required and recommendations must be revised as new information becomes available. Three pest control problems, typical of the range of problems of current importance in Canada are used as illustrations. These include the complicating factors attending the employment of arsenic compounds in apple insect control; recent problems in grasshopper control, and the potential use of systemic organophosphate compounds for the control of livestock insects. Future requirements in research are briefly discussed.

Experience to date in the current regulatory approach to residue control has served to emphasize serious gaps in scientific information. Adequate scientific principles are not available to allow us to extrapolate from animal hazard data to man, without employing subjective factors. Analytical methods for new pesticides are either not complete enough, or are too expensive and refined for general use. Equally important, experiences of the past few years have shown that we must adopt a more critical approach to the biological, chemical and physical evaluation of new pesticides before releasing them for use in agriculture. More intensive research is now required to allow the prediction of efficiency, persistence and economy of use of pesticides as affected by climatic conditions, plant growth, soil types, formulation and methods of application. Animal protection involving pesticides has its own peculiar problems.

---

### Problèmes courants dans l'utilisation des pesticides

#### RÉSUMÉ

Au Canada, les problèmes de la lutte contre les ennemis naturels des plantes cultivées sont complexes par suite des grandes variations dans le climat, les surfaces cultivées, les pratiques culturales et les types de parasites. Les méthodes de production sont appelées à une modification telle que moins de producteurs spécialisés sont capables de produire plus de denrées de qualité uniformément élevée pour satisfaire les demandes des consommateurs. C'est le progrès des développements techniques qui est cause du nombre et de la variété des produits chimiques aptes à la lutte contre les parasites.

On a donc besoin d'informations adéquates, fréquemment révisées, sur les produits, et de recommandations révisées lorsque de nouvelles confirmations sont obtenues.

Trois problèmes typiques de protection qui sont courants au Canada sont utilisés en guise d'exemples.

Ils impliquent les facteurs complexes rencontrés dans l'utilisation des composés arsénicaux dans la lutte en arboriculture, les récents problèmes posés dans la lutte contre les sauterelles et enfin, l'utilisation des esters phosphoriques systémiques dans la lutte contre les insectes du bétail.

Les besoins futurs en fait de recherche sont brièvement discutés.

Jusqu'à présent, les expériences qui ont été conduites dans le but de proposer une réglementation du contrôle des résidus ont servi à démontrer de sérieuses lacunes dans les informations scientifiques. Des principes scientifiques convenables ne sont pas encore obtenus pour permettre une extrapolation des risques d'intoxication en cours par les animaux à ceux que peut supporter l'homme, à moins qu'on ne fasse usage de facteurs subjectifs. Les méthodes analytiques actuelles sont insuffisantes ou sont coûteuses et compliquées.

Fait important : l'expérience de ces dernières années a montré qu'on doit aborder avec plus de critique l'étude biologique, chimique et physique des nouveaux pesticides avant de les admettre dans les usages agricoles.

Des recherches plus poussées doivent être faites pour permettre une appréciation sur l'efficacité, la persistance, le rendement des insecticides sous diverses conditions de climat, de croissance, de types de sol, de formulations et d'application.

La protection des animaux par les insecticides présente aussi ses propres problèmes particuliers.

---

## Allgemeine Probleme bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

### ZUSAMMENFASSUNG

In einem so ausgedehnten Lande wie Canada werden die natürlichen Pflanzenschutzprobleme durch Unterschiede im Klima, der landwirtschaftlichen Struktur und Praxis und durch verschiedenartiges Schädlingsauftreten erschwert. Die landwirtschaftlichen Kulturanbau- und Viehzuchtmethoden werden schnell geändert, so dass eine kleinere Zahl tüchtiger Produzenten in die Lage sein werden, grössere Mengen gleichmässig hochwertiger Nahrung, wie vom Verbraucher gefordert, zu erzeugen. Durch den technologischen Fortschritt hat sich das Pflanzenschutzmittelsortiment vergrössert.

Häufige Überprüfung der Zuverlässigkeit des Informationsmateriale für bewährte Präparate ist nun erforderlich, und Empfehlungen müssen überarbeitet werden, sobald neue Erkenntnisse vorliegen.

Drei spezielle Pflanzenschutzprobleme, typisch in ihren Art als Beispiele auch für anderen Pflanzenschutzprobleme in Canada, werden eingehender besprochen: die Schwierigkeit bei der Anwendung arsenhaltiger Mittel gegen Apfelinsekten, neue Probleme in der Heuschreckenbekämpfung und die mögliche Anwendung von systemischen Phosphorsäuren gegen Viehinsekten.

Anforderungen an die zukünftige Forschungsarbeit werden kurz herausgestellt. Bis heute aus regelmässigen Kontakt mit Problemen der Rückstandskontrolle gemachte Erfahrungen haben ernste Lücken in der wissenschaftlichen Information aufgezeigt. Es gibt keine hinreichenden wissenschaftlichen Prinzipien, die gestatten, Daten über das Vergiftungsrisiko bei Tieren auf den Menschen zu übertragen, ohne dass wir dabei subjektive Faktoren mitsprechen lassen.

Analytische Methoden für neu entwickelte Präparate sind entweder nicht vollständig genug oder zu kostspielig und kompliziert für eine allgemeine Verwendung. Ebenso wichtig ist, dass Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt haben, dass eine kritischere Einstellung bei der biologischen, chemischen und physikalischen Bewertung neuer Pflanzenschutzmittel notwendig ist, bevor diese für den Einsatz in der Landwirtschaft freigegeben werden.

Eine intensivere Forschung ist erforderlich, um Voraussagen über die Wirksamkeit, Wirkungsdauer, Rentabilität unter Berücksichtigung von Wetterlage, Pflanzenwuchs, Bodenbeschaffenheit, Formulierung und Anwendungsmethoden zu ermöglichen.

Der Tierschutz im Zusammenhang mit Pflanzenschutzmassnahmen hat seine eigenen besonderen Probleme.

---

## **The analytical significance of persisting residues of pesticide chemicals in foods and feeds**

by FRANCIS A. GUNTHER

*University of California, Citrus Experiment Station, Riverside (États-Unis)*

Much has been written and said against modern « poisons in our food ». The type of « poison » usually indicted is that large group of organic chemicals required for adequate pest control in modern agricultural production ; among these, the insecticides (to control insects) and acaricides (to control mites, spiders, and ticks) have most often been condemned because of their necessarily widespread use and their immediate efficiency familiar to even the casual observer. Insects, mites and ticks still exact appalling tolls in decreased agricultural production and in human and animal suffering despite intensive use of these control agents, yet there are those unseeing and ignorant individuals around the world who would deprive us and our children of this last bulwark against mass starvation.

At the present time these chemicals are the only practicable protection against the awesome depredations of insects and other pests of our food, our livestock, our persons, and our possessions. Before the development of chemical control measures, all our ancestors have stood helplessly by while pestilences and plagues ravaged the world — the « blackdeath », malaria, typhus, yellow fever — and attributed frequent insect or fungus desecration of crops to unfriendly or discouraged gods. Thousands of insects and innumerable other forms of these pests inhabited the world long before man ever appeared, and they will continue to challenge his survival into the remote future because of their astonishing abundance, fecundity, variety, and species-plasticity in adapting to changes in environments.

In the remote past essentially isolated plants and animals grew wild and unattended. Attacks by insects and other pests were not too serious, for the pests themselves lived in hostile environments and sought and fought for food and habitat. Today the massed populations of the world can be neither fed nor clothed without intensive agriculture, and the public could not afford to eat or be clothed without the technological efficiency of extensive plantings of single crops. Man has thus presented his insect, fungus, and nematode enemies with most favorable conditions for survival and unhampered reproduction. Other factors



also encourage this imbalance in favor of the pests, including plant breeding for succulence and yield, reclamation of waste lands, rapid transit in commerce, and sometimes inadvertent destruction of native forms of the natural enemies of the pests in question.

The future holds promise of relief from the major problems from chemical pest control, including the present very real problem of persisting pesticide residues in foodstuffs. This relief will come largely from increasing application of biological and cultural control measures, but these measures probably can never be used exclusively, for many reasons. Ultimate control undoubtedly will be achieved by combinations of these « natural » controls with judicious and possibly very selective chemical control agents in minimum quantity and minimum variety on a given crop, tailored to mitigate the serious residue problem.

This is the hope for the future, predicated upon the experiences of yesterday and today. In the meantime, we must learn to live with these chemicals, for we cannot continue to live in our present numbers without them. Around the world laws have been made — or are being considered — to regulate their use in the safest possible manner yet to insure food supplies in adequate quantity and of acceptable quality. With the present state of knowledge the hidden compromise in the necessary use of chemical pest-control agents for required agricultural production lies in the establishment of « safety-in-use ».

Economically useful pesticide chemicals for plant protection must be of two types : those that can be used near harvest to suppress late attacks by upsurging pests, and those that can be used earlier in the growing season to control those populations normally present during the useful life of the plant. Clearly, the former type should leave no residue, whereas the latter must leave an effective residue, sometimes for long periods on a slow-growing crop. Chemicals to rid both plants and livestock of pests may be used either topically or systemically, but in general those in the former use should persist and the latter need not persist ; to be systemic and effective, the latter obviously must invade the infested tissues of the treated plant or animal in proper amounts.

All modern plant-protecting insecticides, for example, exhibit some degree of systemic action. Whether these chemicals persist in the crop to time of consumption depends largely upon the physico-chemical properties of each compound in relation to biochemical environment within the penetrated tissues and partly upon the meteorological environment contiguous to the treated plant surfaces.

Those pesticide chemicals that hydrolyze or otherwise degrade quickly to harmless products do not present residue problems. Their uses in



practical pest control are important but limited to situations where prompt reinfestations by the pest species cannot occur. The problem of residues of pesticide chemicals in foodstuffs is therefore concerned only with those chemicals that persist as such or are altered to persisting products that may not be innocuous to the consuming public. Prolonged ingestion of the normally minute amounts of some of these substances in our present-day pest-control armamentarium can unquestionably cause harm in some individuals; on the other hand, many of these chemicals will not represent hazards to the public health. According to present extensive knowledge both types are necessary, and much world-wide scientific effort is being expended to insure safety in use of even the former type. As our knowledge increases, newer and more effective compounds of the latter type will also increase in numbers and variety. Until this objective is gained we must learn to live safely with some of the more hazardous types.

Actually, there are no completely harmless substances. Even water, salt, and sugar are toxic if ingested too freely. There are harmless ways of using all substances, however, and this thesis is the basis for establishing scientifically that there are safe levels of intake for any substance. The precise magnitudes of these levels depend upon many highly variable factors, but they can be satisfactorily and safely approximated by established toxicological principles which, in themselves, incorporate elaborate factors of safety to accommodate deviations from normal responses to the ingested chemicals. Decisions upon whether a particular chemical or mixture of chemicals is safe for use in producing food are decisions requiring unbiased scientific judgment by experts who must include in their deliberations the residue analyst's interpretations of his own data.

Carelessly or inadequately accumulated and interpreted residue data can permit a truly harmful compound to reach the market. Conversely, they can also keep a perfectly safe and useful compound from otherwise justified extensive and valuable applications. The trained residue analyst must be adept in many fields but a specialist, nonetheless, who is self-trained continually to seek for appropriate means to isolate a particular compound from an agricultural product, then to prove its homogeneity, its amount, and its nature, all at the microgram level. Analytical studies of the intricacy and versatility required cannot be performed without adequate measuring devices and means for identification of isolates of the complexity and variety encountered today in either fresh food or transformed food products.

Most pesticide chemicals are eventually metabolized or otherwise altered in plant systems, soil, and warm-blooded animals. Indeed, the

so-called systemic pesticides seem largely to depend for their biological action upon oxidative alterations by certain enzyme systems. Some of these products may be more « active » biologically than the parent chemical.

The strong possibility also exists that pesticide residues in forage and other crops can be transferred through a domestic animal into food products derived from that animal, such as eggs, flesh, or milk. It is reasonable to suspect that the intermediary animal metabolism may in turn alter the identity of the residue undergoing transfer. Many pesticide chemicals can be retained in both animal and plant tissues which favor their solution or other residence; much pharmacological evidence exists to establish the deposition of many lipoid-soluble insecticide chemicals in fatty tissues, for example. Some ingested fat-soluble chemicals and their alteration products will be transferred in part to the milk of lactating mammals. To illustrate, there is abundant evidence for the transfer of the organochlorine insecticides from cattle to milk — and then to milk products — and from chickens to eggs, as illustrated below. The rumen fluid in ruminants seems particularly effective in decomposing many of the popular organophosphorus compounds, however.

**Examples of Organochlorine Insecticide Residues Found in Milk or Milk Products and in Eggs**

| Common name of insecticide | Food                       | Residue present |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|
| Aldrin                     | Milk                       | Possibly        |
| BHC                        | Milk, butter, cheese, eggs | Yes             |
| Chlordane                  | Milk                       | Yes             |
| DDD                        | Milk                       | Yes             |
| DDT                        | Milk, butter, cheese, eggs | Yes             |
| Dieldrin                   | Milk                       | Yes             |
| Dilan                      | Milk                       | Yes             |
| Endrin                     | Eggs                       | Yes             |
| Heptachlor                 | Milk                       | Possibly        |
| Lindane                    | Milk                       | Yes             |
| Methoxychlor               | Milk                       | Yes             |
| Perthane                   | Milk                       | Yes             |
| Toxaphen                   | Milk                       | Yes             |

It is thus clear that close residue scrutiny is essential for identification of the products persisting from all pesticide chemicals to achieve the best appraisal of any hazard to be associated with those residues.

The question of the location of a residue within a plant or animal part is also of major interest. With most deciduous fruits, forage crops,

and vegetables, a total residue value has often been considered adequate. It is becoming apparent, however, that satisfactory identification of the residue and its alteration products will often weaken this adequacy. Thus, recent well-known demonstrations that in some animal and plant tissues and in soil heptachlor is partly converted to the equally toxic heptachlor epoxide, and aldrin is partly converted to the epoxide dieldrin, substantiate the need for localization of such transformations. This question becomes immediately practical in considerations of food products derived from certain parts or components of fresh whole commodities. For example, in many areas of the world portions of apple, citrus, cottonseed, sugar beet, and other crops go into derived products including cattle feed. It is therefore important to establish if persisting residues from pesticide chemicals are located within the plant parts involved.

### Residue Chemistry

Classical analytical chemistry has been, and is, concerned with identification and measurement of milligram ( $10^{-3}$  gram) or larger quantities of chemical species. The new « residue chemistry » is concerned with identification, measurement, and *alterations* of microgram ( $10^{-6}$  gram) quantities of substances in large masses of plant tissues, animal tissues, transformed food products, and soils. Laboratory methodology must often be reproducibly sensitive to less than 0,1 part per million of the chemical in the food or feed item in question ; this amounts to less than 100 micrograms of sought chemical per kilogram of item.

During the past ten years many authors have written about the analytical problems involved in establishing natures and magnitudes of residues of those chemicals in foods and feeds that are added, prior to consumption, as pest-control agents. Some of these authors have been chemists qualified by training and experience in this field to write and speak authoritatively ; some have not been so qualified. Also, some recent attention has been directed toward the inevitable analytical sequel of quantitative residue investigations, namely, adequate identification of the chemical species present in the foodstuff at time of harvest or at time of consumption.

This term « adequate » must incorporate careful consideration of at east 20 major features of residue chemistry :

#### A. Pretreatment considerations

- (1) Pertinent chemistry of the major ingredient of the formulation applied to the food or feed.

- (2) Pertinent biochemistry of this ingredient during its exposure to enzymatic and other probabilities for alteration on and within the tissues of the plant or other edible substrate to which it was applied, up to the time of consumption by man or animal.
- (3) Pertinent physiological chemistry of this ingredient during its exposure to analogous possibilities for alteration during transmission from feed to animals, to useful products.
- (4) The « toxicity » of the parent compound of interest and of any of these alteration products, correlated with actual or probable amounts of the chemicals to be found in acceptable norms of dietary intake for human beings of different age groups and possibly in various states of health. This consideration lies within the domains of mammalian toxicology, pharmacology, and medicine.
- (5) Contributions to the analytical integrity of a particular problem by some of the normal components of the substrate itself; thus, there may be a normal but probably variable occurrence of the sought chemical, or a relative thereof within substrate not previously treated with the chemical in question.
- (6) Accessory substances in the formulation utilized may also complicate or confound this problem of identification.

#### B. *Field-treatment considerations*

- (7) Analytical integrity, or history, of sample. Has the sample ever been treated with other chemicals that will interfere with the desired determination?
- (8) Nature of the sample unit. Is the sample a fluid (as milk) does it exist as « solid » units (as grapes or particles of soil), or is it a portion of the treated item (as peel of an orange or oil in an olive)?
- (9) Collection of sample. Is the sample being collected in a manner to represent the mean residue or the range of residues possibly present?
- (10) Size of samples. Is the sample big enough to contain sufficient of the sought chemical to fall within the range of the complete analytical method to be employed, and is it big enough to be representative for factor (9)?
- (11) Replication of sample. How many replicates will be required to establish a maximum residue under actual conditions of production?
- (12) Storage of samples. Can the samples be stored, even under refrigeration, without further migration of the sought chemical through the sample matrix or without further alteration?

- (13) Availability of untreated (control) samples. Is the background content of « apparent » sought chemical as great or greater than the amount of this chemical expected from the addition, and does it occur in variable amount?

*C. Preprocessing considerations*

- (14) How to subsample so that the final selected portion accurately represents the average composition of all the desired parts of the parent sample.
- (15) How much to subsample so that the final portion selected will contain sufficient of the sought chemical to fall within the range of the analytical method to be employed.
- (16) Number of replicate subsamples required to validate the reliability of the combined laboratory operations.

*D. Processing considerations (gross separation from substrate)*

- (17) State of the subsample, and solubility and stability properties of each sought chemical. For example, a subsample containing a water-soluble sought compound obviously will be processed differently from one containing a water-insoluble sought compound, and both the natures and the amounts of coextractives can be influenced markedly by choice of solvent systems.
- (18) Specific chemistry of each sought chemical. For example, the parent chemical may be soluble in one solvent whereas an alteration product of interest may be largely insoluble in it; the parent chemical or its alteration products may be hydrolyzed, oxidized, or otherwise further altered during the processing operations; and the sought compounds may have formed, with cellular or other components of the substrate, ligands or other derivatives which are not soluble in the same solvent systems as the purified reference chemicals unexposed to substrate.

*E. « Clean-up » considerations (segregative operations)*

- (19) Specific physical properties of the sought chemicals as contrasted with those of the undesired coextractives present in this solution.
- (20) Specific chemical properties of the sought chemicals as contrasted with those of the undesired coextractives present in this solution.

The compound or compounds of interest are now in a form or state suitable for their qualitative and quantitative determinations. Final determinative methods are legion, and may utilize any suitable part of the molecule of interest, or all of it. To illustrate, a well-known colori-



metric method for the insecticide parathion utilizes the *p*-nitrophenyl moiety of that compound, whereas an infrared method for the insecticide nicotine utilizes the fingerprint spectrum from  $1400\text{ cm}^{-1}$  to  $800\text{ cm}^{-1}$  for identification, but only certain portions of this spectrum for quantitative measurements.

These, then, are the 20 factors that must be deliberated and suitably evaluated by the residue analyst before he actually performs the final determination of interest. The techniques used for any final determination are dependent upon the interrelationships among these factors as established either by prior knowledge or by experimentation. Appropriate considerations of them all will establish the sensitivity and reliability of the total method from a given amount of a particular parent sample to final data. Residue data must incorporate specified and justified numerical compensations for any of these factors that might influence the reliability of the results. Only the chemist responsible for the details of a residue program can interpret properly the numerical values obtained, and these values cannot in any sense be considered to be absolute values. The responsibility of the analyst in any residue program is to provide data that reliably reflect the mean or, at times, the probable maximum residue load of the parent sample. Only rarely is an untreated substrate evaluated that consistently affords an analytical zero «background», nor is there ever found a constant amount of interference with any definitive residue method. On the other hand, many analytical procedures can be refined to the point where untreated samples will exhibit a major proportion of «nil» values of apparent compound of interest. In this usage «nil» means less than a specified amount, and this amount is precisely established by the limiting sensitivity and reliability of the combined laboratory operations from processing to final measurement, *but in the absence of substrate*. Apparent residue values for representative untreated samples ideally should be very close to the appropriate nil value.

### Sample fortification

It has been the practice, in some residue laboratories, to add known amounts of the compound of interest to a subsample from an untreated sample («fortification»), then to process and analyze the subsample and to claim that the percent recovery so obtained represents the efficiency of the processing and subsequent operations. This practice is illusory except in a few instances, permissible examples being a compound completely dissolved in olive oil or in a clarified fruit juice;

even the practice of fortifying fluid milk for so-called recovery data is questionable.

To illustrate, a field-applied pesticide is distributed reasonably uniformly over the entire surface of the treated plant commodity and the resulting deposits are usually in several microgram quantities per square centimeter of surface ; on a weight basis this is usually less than 20 parts per million on the crop of interest. All non-ionic organic pesticides will penetrate in part into the plant, where they are exposed to ultraviolet degradation and other processes of weathering. *All of these processes occur on or in the plant with highly diluted pesticide.* The chemical in question exists in these two environments as small molecular aggregates or as molecules in dilute solution, with consequent enormous surface area and maximum opportunity for chemical reaction or physical binding with appropriate components of the substrate.

In contrast, direct addition of a solution of the chemical to a ground or pureed subsample results in large molecular aggregates, clumps, or globules of the chemical. These small masses simply cannot be distributed throughout the great mass of the subsample by any mechanical means so as to reproduce adequately the distribution and lodgement of the chemical in a field sample. Subsequent « stripping », or extraction with an organic solvent system, is obviously simple and efficient when the chemical is present throughout the matrix of the subsample as discrete, readily soluble clumps or particles. In other than a freshly field-treated subsample, on the other hand, the solvent must seek and capture essentially individual molecules, some of which are in solution in the plant fluids and others of which may be hydrogen-bonded or otherwise held to absorbing surfaces of carbohydrates, proteins, and interface systems not always readily accessible to the solvent or solvent mixture.

Unless simple hydrolytic or any enzymatic alterations of the parent chemical added by fortification take place very rapidly, it is indeed surprising that all these « fortification recoveries » are not 100 percent efficient.

### Processing Efficiency

The efficiency of any processing operation is therefore difficult to verify.

Several approaches are possible, however :

- (a) Incorporate into the field treatment the radioactive or suitable other-isotope labelled compound of interest in the usual manner, then after a suitable interval determine the efficiency of solvent

removal of labelled compounds from replicated subsamples ; use of this technique calls for careful identification of the so-isolated labelled compounds in most instances. If efficiency by this technique is poor, the analyst may be asked to demonstrate the natures of the labelled compounds withheld from the solvent system by sorption by the marc.

- (b) Utilize an isotope-dilution technique if sufficient is known about the probable alterations of the compound *in situ* to allow fortification of a subsample with labelled parent compound and labelled products. The subsample, of course, should be from a field sample treated with the unlabelled chemical. The complexity and utility of this technique depend upon the complexity of the *in situ* chemistry encountered, as well as the availability of adequate methods for totally measuring and identifying the labelled and counted fractions secured in the later analytical operations.
- (c) Establish the time-efficiency characteristics of the processing operations and equipment. These values can be determined in either of two ways : successively and repeatedly « strip » a given field subsample, or « strip » a series of replicated field subsamples for successively longer periods of time. Graphs of « strip » numbers or of time *versus* amount of compound subsequently determined will exhibit asymptotic behavior. The numbers of successive « strips » required or of times required for equilibrium distribution of compound between substrate and solvent system are thereby established for the chemical, substrate, technique, and equipment utilized. A practicable number of « strips » or a nominal time value per sample can then be assigned a percentage efficiency as related to the assumed 100 percent efficiency at the true equilibrium values found. These equilibrium values do not necessarily represent the total amounts of sought compounds in the substrate : they represent only the amounts of sought compounds available to the solvent system used and under « overstrip » conditions. These conditions will not necessarily ensure that strongly adsorbed or otherwise solvent-unavailable compounds of interest do not still remain in the marc.

### Interpretations of Data

As stressed earlier, the conscientious residue analyst must assure himself on the basis of sound chemistry, that his quantitative data do indeed refer to particular compounds. Often a given foodstuff or feed may have been treated with a variety of pesticide chemicals. Any

uncertainties must be carefully pointed out for the benefit of those officials who are assigned the responsibilities of assessing possible hazards to the public consuming the compound in its residue form.

Regardless of analytical method, it is not possible to demonstrate a perfect zero residue of any chemical or its alteration products in any series of subsamples of any crop or animal product, according to present knowledge. « Zero » is a constant less than any assignable magnitude or quantity.

For example, a foodstuff containing a compound of molecular weight 354 (DDT) at a level of 1,0 part per million (p.p.m.) has  $2 \times 10^{15}$  molecules of that compound per gram of foodstuff; if the compound is present at a level of only 0,01 part per million there are still  $2 \times 10^{13}$  molecules present in each gram. Very few microanalytical methods will respond to fewer than five micrograms present during the measuring operation. Thus, a 500-gram subsample with only five micrograms of the compound of interest in it contains only about  $10^{16}$  molecules of that compound; anything less than this amount will not be detected. A perfect zero residue will contain none of the compound. The difference between « none » and « none detectable » will therefore amount to approximately  $10^{14}$  molecules of compound per gram of substrate. Reporting « none detectable » as « zero residue » is clearly unjustifiable. Furthermore, considering « zero » to be « the analytical equivalent of zero » is also unjustifiable when, for example :

$$\begin{aligned} 1 \text{ p.p.m.} &= 10^{16} \text{ molecules of « x »/g. of « y »} \\ 0,1 \text{ p.p.m.} &= 10^{15} \text{ molecules of « x »/g. of « y »} \\ \text{and} \quad 0,01 \text{ p.p.m.} &= 10^{14} \text{ molecules of « x »/g. of « y ».} \end{aligned}$$

In this instance, refining the analytical method from a sensitivity of 1 p.p.m. to a sensitivity of 0,01 p.p.m. accommodates  $9,9 \times 10^{15}$  molecules per gram less, but there may still be present  $10^{14}$  molecules per gram.

The « biological equivalent of zero » and the « physiological equivalent of zero » are similarly without real significance unless rigorously established by acceptable biological techniques and acceptably interpolated by experts into biological « no-effect » levels in application to man; in this usage, then, these « zero » biological values would correspond in intent to the proposed « nil » values of analytical chemistry. As mentioned earlier, however, it is possible to assign nil values, where « nil » means « none detectable » and is given a finite value in micrograms per unit subsample and in parts per million, as rigorously established by application of acceptable precepts of analytical, biological, and organic chemistry.



## ACKNOWLEDGMENT

This manuscript is based in part upon the author's « Analytical Evaluation of Residues of Specific Chemical Additives in Foods » presented March 24, 1960, at the Michigan State University symposium and workshop in « Instrumental Methods for the Analysis of Food Additives », East Lansing, Michigan (U.S.A.)

## DISCUSSION

TIETZ (*Farbenfabriken Bayer, Leverkusen, Allemagne*).

— Antwort zu Seite 1287 (b) : Markierte Verbindungen in der Verdünnungsanalyse dienen der Feststellung der Ausbeute in den einzelnen Aufarbeitungsschritten.

DORMAL S. (*Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux, Belgique*).

— Le procédé b) décrit par l'auteur comme moyen satisfaisant de vérification de l'efficience de l'extraction me paraît peu clair. Y-a-t-il un chimiste de l'assistance qui pourrait m'expliquer l'intérêt de ce procédé ?

ANLIKER R. (*CIBA Wissenschaftliche Pflanzenschutz Abteilung, Bale, Suisse*) et VAN GENDEREN H. (*Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Utrecht, Pays-Bas*)

— Nous pensons également que ce procédé ne présente pas d'avantages sur la « fortification » telle qu'elle est pratiquée couramment en laboratoire.

## SUMMARY

Pesticide chemicals are those pest-control chemicals required for the production, transport, and storage of agricultural crops and products in amounts adequate for — and of quality acceptable to — the present world population. Under conditions of practical usage, most of these chemicals are applied to raw agricultural commodities in amounts rarely exceeding about 20 parts per million (mg. per kg.), but some of them may persist on and within the treated commodity for long periods. With time, such persisting « residues » usually decrease in amount in terms of the parent chemical, but simultaneously, alteration products of the parent chemical may be formed in some proportion to this decrease.

Alterations of this sort can occur in the crop before or after harvest, in animals fed upon the treated crops, and during processes of manufacture of what TRUHAUT and VIEL have termed « transformed food products ».

A given food is usually exposed to a number of pesticide chemicals between seed and table, and complex recipes increase this variety. A raw crop or table-ready food may therefore contain quite an astonishing array of minute traces of these chemicals and their alteration products. Careful identification and measurement of these substances are the responsibility of the residue analyst. The significance of the analyst's efforts cannot be established in terms of possible hazards to the public health without the analyst's considered interpretation of his own data.



Major analytical factors contributing to the residue analyst's understanding and interpretation of his own data are discussed in terms of the methodology of sensitivity, reproducibility, specificity in its precise sense, and laboratory and other « recovery » efficiency. The fallacy and implications of the currently popular « zero residue » concept will also be discussed.

---

### **Signification analytique des résidus de produits pesticides persistant dans les aliments et les fourrages**

#### **RÉSUMÉ**

On appelle pesticide tout produit chimique requis dans la lutte contre les ennemis des plantes cultivées au cours de leur production, leur transport ou leur entreposage en quantité suffisante et en qualité acceptable pour les populations présentes.

Dans l'usage pratique, la plupart de ces produits chimiques sont appliqués aux denrées agricoles brutes de manière à rarement atteindre une teneur supérieure à 20 p. p. m. mais la plupart persistent sur les denrées ou en dedans pendant une longue période.

Avec le temps, ces résidus persistants décroissent habituellement en matière active, mais simultanément apparaissent des produits d'altération en proportion avec la matière active disparue.

Ce genre d'altération se constate sur les plantes avant ou après la récolte ; il apparaît aussi chez les animaux nourris avec les plantes traitées et il apparaît encore au cours des procédés de manufacture.

Une denrée donnée est habituellement soumise à plusieurs types de produits chimiques de protection depuis sa plantation jusqu'à sa présentation à table et des conditions complexes interviennent dans leur variété. Un produit agricole brut ou une denrée prête à la consommation peuvent donc contenir toute une série de traces de matières actives ou de leurs produits d'altération. Une identification et une détermination soigneuse de ces substances constitue la tâche de l'analyse des résidus.

L'importance des efforts de l'analyse ne doit pas être prise en considération dans le but d'établir les risques encourus par la santé publique si on fait abstraction de l'interprétation de l'analyse sur ses propres résultats.

Sur le plan méthodologique de la sensibilité, de la reproductibilité, et de la sélectivité, les principaux facteurs envisagés pour la compréhension et l'interprétation des résultats sont discutés. La fallacieuse portée du concept populaire « Résidu nul » est aussi discuté ici.

---

### **Die analytische Bedeutung der Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Nahrung und Futter**

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Pflanzenschutzmittel sind unentbehrlich für die Produktion, den Transport und die Lagerung ausreichender Ernten und landwirtschaftlicher Qualitätserzeugnisse zur Befriedigung der Bedürfnisse der Menschheit.

In der Praxis werden diese chemischen Stoffe zumeist auf landwirtschaftliche Erzeugnisse verwendet in und zwar Dosierungen, die selten über 20 p.p.m. (mg. per kg) hinausgehen. Jedoch können sich einige Rückstände bilden und für längere Zeit in der behandelten Ware zurück bleiben. Während Rückstände im allgemeinen allmählich abgebaut werden, nachdem der Wirkstoffgehalt absinkt, können jedoch gleichzeitig mit fortschreitendem Wirkstoffabbau aus dem Grundstoff neue Stoffe, sogenannte Derivate, entstehen.

Die Veränderungen können in den behandelten Erzeugnissen vor oder nach der Ernte vorgehen, auch in Tieren, die das Chemikal mit dem Futter aufgenommen haben, und selbst während des Fabrikationsvorgangs der von TRUHAUT und VIEL so genannten « transformierten Nahrungsmittel ».

Ein bestimmtes Nahrungsmittel ist zwischen Saat und Tisch gewöhnlich einer Anzahl von Pflanzenschutzmitteln ausgesetzt, und mannigfaltige Empfehlungen vermehren die Reihe der angewandten Mittel.

Ein unverarbeitetes landwirtschaftliches Erzeugnis, aber auch ein tischfertiges Nahrungsmittel können also eine erstaunliche Vielzahl winziger Spuren dieser Chemikalien und ihrer Derivate enthalten. Sorgfältige Identifizierung und Messung dieser Substanzen gehören also zur Verantwortung des Rückstand-Analytikers. Die Bewertung der Anstrengungen der Analytiker zur Bestimmung des Vergiftungsrisikos für die öffentliche Gesundheit ist nicht möglich, ohne dass die vom Analytiker gegebene Erklärung seiner eignen Daten berücksichtigt wird. Auf Hauptfaktoren der analytischen Arbeitsweisen zur Bewertung der vom Analytiker bestimmten Daten wird es näher eingegangen. Der Trugschluss in der geläufigen volkstümlichen Auffassung vom « zero residue » wurden ebenfalls besprochen.

---



# COLLOQUE SUR LA ZOOTECHNIE DANS LES PAYS TROPICAUX

ORGANISÉ EN COLLABORATION AVEC L'INSTITUT NATIONAL  
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE (INEAC)

*Gembloux, 3 août 1960*

PRÉSIDENT DU COMITÉ ORGANISATEUR :

Professeur L. HENNAUX  
Institut agronomique, Gembloux





# L'Élevage à Madagascar

par Édouard PILET

*Vétérinaire Inspecteur Général, Ancien Chef du Service de l'Élevage de Madagascar*

L'importance de l'élevage dans l'économie de l'île de Madagascar n'est plus à démontrer, et il suffit de signaler que pour 5.000.000 d'habitants la grande île possède près de 6.000.000 de bovins, 500.000 porcs, 300.000 caprins, 250.000 ovins, près de 3.000 équins ainsi qu'un nombre considérable de volailles.

## Faune domestique

De la géologie, des climats, de l'hydrographie de Madagascar, il est facile de déduire zootechniquement la nature et l'importance de la faune domestique qui doit y avoir pris naissance ; il suffit de se rappeler l'adage : *Le bétail et les espèces animales sont l'image du sol et de sa végétation.*

Quelle que soit la région envisagée de la Grande Ile, le climat et, le plus souvent aussi, le revêtement végétal, se prêtent fort bien au développement de l'espèce animale la mieux adaptée aux extrêmes de ces influences extérieures : l'espèce bovine ; et, étant donné la situation géographique de Madagascar, la connaissance de son climat chaud moyen, on peut s'attendre à y rencontrer la race de l'espèce la mieux adaptée sous les tropiques : le Zébu.

Après le bœuf, le porc est l'espèce animale qui zootechniquement doit pouvoir le mieux s'y développer partout.

Le mouton, par contre, offre une zone d'extension fort limitée vers l'est, le nord et une bonne partie de l'ouest du fait de la sensibilité de cette espèce aux climats chauds et surtout humides. Par contre, en raison de son adaptation bien connue aux zones désertiques et sub-désertiques, on est amené à penser, à priori, que seuls le sud et l'extrême sud seront ses lieux préférés de production.

La chèvre a plus de possibilités, car l'espèce se plaît fort dans les zones broussailleuses ou boisées sans excès ; toutes conditions qui ne manquent ni au sud ni à l'ouest, le long du littoral, ni même au nord de l'île. Du côté est, l'humidité trop grande doit paralyser son développement.

Le cheval et surtout l'âne sont susceptibles de pouvoir s'étendre sur les Hauts Plateaux de l'intérieur, dans tout l'Ouest métamorphique. Ici, cependant, les zones arides à l'excès ne conviendront pas au cheval qui, relativement exigeant du point de vue alimentaire, ne pourrait s'alimenter convenablement à sa faim.

Les oiseaux de basse cour enfin ont des possibilités naturelles de pouvoir pulluler presque sur tout le territoire de Madagascar.

### Élevage du bœuf

Le recensement le plus récent tiré des renseignements fournis par les statistiques des cantons donne un total de 5.668.000 têtes dont la répartition est la suivante :

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Province de Tananarive   | 728.470   |
| Province de Tamatave     | 810.937   |
| Province de Fianarantsoa | 806.709   |
| Province de Diego-Suarez | 595.000   |
| Province de Majunga      | 1.778.387 |
| Province de Tuléar       | 2.049.554 |

En comparant les chiffres du recensement à la carte administrative de l'île, on voit de suite que les zones les plus peuplées sont l'ouest depuis Ananalava jusqu'à Tuléar, le centre ouest des Hauts plateaux depuis Mandritsara jusqu'à Betroka et que l'extrême nord et surtout l'est depuis Maroantsetra jusqu'à Fort Dauphin sont les plus pauvres en bœufs.

Étant donné que le recensement est basé sur les déclarations des intéressés en vue de l'impôt, il est assez naturel d'admettre qu'il ne faut accorder qu'une confiance limitée quant à la précision des chiffres indiqués. Ceci est d'autant plus probable qu'à Madagascar, le contrôle est rendu difficile du fait de l'étendue du pays et du petit nombre des contrôleurs. Mais nous pensons que l'on ne peut pas faire de suppositions en tablant sur des chiffres qui seraient plus ou moins éloignés de la vérité.

La population bovine est presque entièrement du type Zébu. Quelques dizaines de milliers seulement de têtes sont des animaux sans bosse, provenant de croisements anciens ou récents de vaches zébus avec des taureaux importés d'Europe (de France principalement) ou d'Afrique du Sud.

Les croisements anciens remontent à JEAN LABORDE (1840), et ont amené la création d'une véritable race sans bosse, assez bonne laitière, et connue sous le nom de « Rana ». Ce sont les vaches Rana qui sont

le plus souvent maintenant croisées avec les taureaux récemment importés et qui donnent ainsi les animaux exploités pour le lait autour des villes.

### LE ZÉBU DE MADAGASCAR

*Origines.* Le zébu de Madagascar, qui est le « *Bos Indicus* » des naturalistes, paraît avoir été importé aux îles Comores dès le 9<sup>e</sup> siècle par des Arabes ; puis aurait été importé ensuite des Comores dans la grande île toute proche.

Le mot malgache « Omby », qui signifie bœuf, dérive sans doute du mot africain « N'Gombe » dont les congolais, les habitants de l'Oubangui et les Soahilis d'Afrique se servent pour désigner tous les bœufs avec ou sans bosse. On peut donc admettre que le zébu malgache est bien le zébu des Indes, importé par le canal Africain. Le type morphologique de cet animal qui sera décrit plus loin confirmera cette hypothèse.

Quoi qu'il en soit, dès le 15<sup>e</sup> siècle, les navigateurs portugais décrivent les bœufs à bosse de Madagascar, et la première carte de la Grande Ile par Pedro Reinal en 1517, donne au Menabe le nom de « Terra del Gado ».

*Caractéristiques.* Dans sa thèse sur l'amélioration de la race bovine malgache, DURIEUX, en 1930, cite l'étude approfondie faite par ROUQUETTE et publiée en 1907 dans un rapport très documenté sur les caractéristiques du zébu qui sont les suivantes :

Tête : la brachycéphalie apparente telle que l'a définie SANSON, est toujours manifeste ; le profil est droit sans déformation à la naissance du chanfrein. Les cornes ont toujours une section circulaire, leur forme est réduite, elles sont dirigées en haut, en dehors et en avant. Ces cornes très épaisses chez le mâle, sont plus allongées et plus grêles chez la femelle. Certains animaux de l'un ou l'autre sexe naissent totalement dépourvus de cornes ; on les nomme bœufs « Bory ». Le front est un peu rétréci dans la partie moyenne de sa hauteur ; sur la plupart des animaux, il est concave d'un côté à l'autre, par suite du grand développement des bosses frontales. Sur quelques sujets il est plat ; sur d'autres enfin, il présente, sur la ligne médiane, une proéminence triangulaire qui s'unit en haut au chignon et se termine en bas en s'aminuisant et en s'atténuant. La hauteur latérale du front, mesurée par la distance qui sépare la base des cornes de la commissure supéro-externe de l'œil, est presque constante : 0m10 chez le mâle, 0m104 chez la femelle. Le chanfrein est large et droit, le mufle est grossier, sa muqueuse est noire. La longueur de la tête est de 0m46 à 0m52 chez le taureau avec une moyenne de 0m49 ; elle est de 0m44 à 0m50 avec

une moyenne de 0m47 chez la vache. La largeur varie de 0m23 à 0m24 chez le taureau et de 0m18 à 0m20 chez la vache. L'épaisseur de la tête est plus prononcée chez le mâle que chez la femelle. Cette épaisseur est mesurée entre le point le plus saillant du front (bosse frontale) et le point le plus éloigné du bord refoulé du maxillaire inférieur ; elle est de 0m25 à 0m27 pour le taureau et de 0m22 à 0m24 pour la vache.

**Encolure :** L'encolure est mince, trop allongée, le fanon est très développé.

**Bosse :** La bosse est située sur le garrot ; c'est une masse conique, à sommet arrondi, qui n'est pas formée uniquement de graisse comme le lard du porc ; mais elle est doublée à la base d'une travée musculaire provenant du splénus et du rhomboïde qui se perdent dans sa partie antérieure ; les deux branches du trapèze l'encadrent en avant et en arrière. La bosse est une réserve pour les jours de disette ; bien remplie pendant la saison d'abondance, elle se résorbe et devient flasque à la saison sèche.

**Taille :** La taille mesurée en arrière de la bosse n'atteint pas la moyenne des races bovines d'Europe. La comparaison est difficile du fait que le garrot étant noyé dans la bosse, la taille ne peut être évaluée qu'au niveau du dos, ce qui donne un chiffre bien inférieur. Le taureau mesure de 1m17 à 1m33 (moyenne : 1m25) et la vache de 1m11 à 1m24 (moyenne 1m17).

**Tronc :** Le train antérieur est bien développé ; la poitrine est ample, bien descendue entre les membres antérieurs ; les côtes sont arrondies, les épaules bien écartées, le périmètre thoracique suffisamment élevé et le dos bien droit. Le train postérieur, par contre, apparaît court, étroit, étrié ; le sacrum est trop remonté, la croupe trop tranchante, les fesses trop serrées, les cuisses rapprochées. La longueur scapulo-ischiale, du fait de sa direction oblique, est légèrement supérieure à la longueur réelle du tronc. Elle est de 1m25 à 1m63 (moyenne 1m44) pour le taureau et de 1m23 à 1m48 (moyenne 1m35) pour la vache. Le diamètre vertical de la poitrine est proportionnellement aussi développé que dans les races européennes : 0m54 à 0m69 (moyenne 0m61) chez le taureau ; 0m49 à 0m63 (moyenne 0m56) chez la vache. On peut dire que la hauteur de la poitrine est environ 52 à 53 % de la taille. Le développement du périmètre thoracique atteint une moyenne de 1m65 pour le taureau et de 1m52 pour la vache.

**Croupe :** La croupe est trop courte et trop étroite ; sa longueur est de 0m41 à 0m57 (moyenne 0m49) chez le taureau et de 0m37 à 0m50 (moyenne 0m44) chez la vache. La comparaison avec les races européennes fait ressortir son peu de développement. La largeur

de la croupe est de 0m34 à 0m45 (moyenne 0m395) pour le taureau et de 0m32 à 0m48 (moyenne 0m40) pour la vache. La croupe est donc plus élargie chez la vache que chez le taureau.

Membres : Les membres sont courts, bien d'aplomb mais grossiers.

Epaules : L'épaule du taureau est en général plus longue que la tête. On note les longueurs suivantes : pour le taureau 0m44 à 0m56 (moyenne 0m50), pour la vache 0m39 à 0m49 (moyenne 0m44).

Cuisse : La cuisse est plate, pas assez descendue, avec un profil arrondi chez les animaux gras.

Robe : La robe est très variable ; elle peut être fauve plus ou moins foncée, noire, baie ou froment, souvent pie rouge, pie noire ou pie froment.

Variations : Les variations portent sur le cornage. Certains zébus naissent sans cornes, ce sont les Bory, d'autres zébus ont les cornes branlantes ; dans ce cas la cheville osseuse n'existe pas et les cornes ne sont rattachées au chignon que par la peau. Ces variations apparaissent sans cause déterminée.

La différence des climats et des milieux fait qu'il existe à Madagascar, sinon plusieurs races de zébus, mais tout au moins des variétés assez marquées. Il sera bon d'examiner ces variétés en fonction des régions où on les observe et avec quelques indications sur le milieu.

a) Région Nord. Nous voulons désigner ainsi toute la partie de l'île située au nord de la rivière Sofia (Districts de Diego-Suarez, Ambilobe, Vohemar, Ananalava, Nossi-Be, etc.). Cette région bénéficie d'une abondance de pluies qui lui donne une valeur particulière au point de vue pâturages. Elle reçoit en effet, au cours de la saison chaude (Décembre à Avril) les torrents d'eau que déverse la mousson. A la saison fraîche (Mai à Octobre), c'est l'alizé du sud-ouest qui lui vaut des précipitations importantes ; si bien que dans le nord de Madagascar, la distinction classique entre le climat de la côte est et celui de la côte ouest n'est plus valable. Elle est même inversée dans certains cas particuliers. C'est ainsi que Diego-Suarez subit un climat côte ouest, alors que Nossi-Be bénéficie d'un climat côte est. Si bien qu'en faisant abstraction du District côtier d'Antalaha, où les conditions d'élevage sont peu favorables, la région envisagée renferme 15 % du nombre total des zébus de l'île pour une superficie qui n'en est que le dixième. La densité bétail y varie de 18 à 25 têtes au Kilomètre carré. C'est dans cette région que l'on rencontre les variétés Betsimisaraka et Ankaisina. La première est caractérisée par un format petit, globuleux, des membres fins et solides. Le bœuf en bon état pèse entre 280 et 310 Kilogrammes. La seconde, élevée dans la région qui lui a donné son nom, remarquable par l'existence de cuvettes et de vallées



alluviales, séparées par des massifs montagneux assez élevés (1.100 à 1.800 mètres d'altitude) est caractérisée par un tronc allongé, près de terre et un poitrail plus large.

b) Région Ouest : Elle comprend la plus grande partie du pays Sakalava, de Majunga à Morondava et au delà vers le sud. Son climat est caractérisé par l'existence de deux saisons bien tranchées, l'une chaude et humide de Novembre à Mai, l'autre plus fraîche et sèche de Juin à Septembre. Bien que privée de pluies pendant près de la moitié de l'année, elle est abondamment arrosée ; les fleuves qui la desservent étant plus importants et plus longs que ceux de l'est. Entre les vallées existent de vastes plateaux : argileux sur calcaires par endroits, latéritiques sur basaltes ailleurs, sablo-argileux sur de plus grandes surfaces. Quand on se rapproche de la mer, les vallées des fleuves constituent de vastes plaines alluvionnaires. On y trouve la variété Sakalava faite de grands bœufs osseux, hauts sur pattes, à squelette saillant, à musculature puissante qui peuvent atteindre des poids de 450 à 500 kilos et même exceptionnellement 600 et 650 Kilos. Ce sont ces bœufs qui peuplent en particulier les anciennes provinces de Majunga et Maevatanana qui possèdent environ 18 % du cheptel de l'île avec une densité de 20 à 25 bovins au Kilomètre carré. Il convient pourtant de signaler que le bétail y subit en Août et Septembre une forte diminution de poids du fait de l'insuffisance des pâturages de saison sèche constitués par les vallées de la Mahajamba, de la Bemarivo, de l'Angobony et leurs affluents et par celles du Kamoro, de la Betsiboka, de la Mahavavy et de leurs affluents. Quant à la région de Morondava, bien que faisant partie aussi du pays Sakalava de l'ouest, elle se trouve dans des conditions naturelles un peu moins favorables que celles de Majunga et Maevatanana, l'influence de la sécheresse s'y faisant sentir davantage. Les troupeaux qui disposent en saison des pluies des immenses étendues des plateaux du Bongolava et du Bemara, sont ramenés en saison sèche dans les vallées plus peuplées et plus cultivées

c) Région sud : Régions de Tulear, Betroka, Mahafaly, Androy, Bara. Dans cette partie de l'île, des distinctions s'imposent en raison de la diversité des climats et des sols. Sur la côte ouest (nous venons de le voir à propos de la région de Morondava), les pluies diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du sud. C'est ainsi qu'après avoir passé le fleuve Onilahy, on rencontre un climat sub-désertique ; c'est le pays Mahafaly où les rivières sont à sec pendant une grande partie de l'année et où les points d'eau sont rares. Dans l'extrême sud en pays Antandroy, les chutes de pluies ne dépassent pas 0 m 60 par an. La région de Betroka au nord du pays Antandroy est abondam-

ment arrosée en saison des pluies ; mais les pâturages de saison sèche y sont néanmoins insuffisants. Dans cette région du sud cependant, de nombreux troupeaux sont élevés. A la saison sèche, beaucoup remontent sur les plateaux de l'intérieur, mais ils n'arrivent pas toujours à y trouver une nourriture suffisante et souffrent parfois du froid et du vent. C'est là que l'on trouve la variété Bara élevée sur le plateau de l'Horombe au voisinage de Betroka, près du plateau gréseux de l'Isalo et jusqu'à Ankazoabo. Elle a les mêmes caractéristiques que la variété Sakalava avec une taille moindre qui ne lui permet guère de dépasser le poids de 450 kilos. Les variétés Mahafaly et Antandroy, qui ne trouvent une nourriture et un abreuvement convenables que pendant quelques mois par an, se développent sur des sols sablonneux à substratum calcaire dans un climat sub-désertique, ne dépassent que rarement le poids de 350 kilos. La densité du bétail est d'environ 8 têtes au Kilomètre carré. C'est dans cette région du sud que l'élevage du zébu est à la merci d'une sécheresse, comme celle de 1943 qui a fait mourir 300.000 bovins. La région était jadis couverte de cactus épineux qui étaient d'un grand secours pour hommes et bêtes. Ces *Opuntia vulgaris* ont été détruits en 1928 par une cochenille (*Coccus cacti*) malencontreusement importée par un colon de Tuléar à des fins de préparation de concessions. Le service de l'Élevage essaye de pallier cette destruction par des plantations massives de cactus inerme qui n'est pas atteint par la cochenille en question.

d) Région est : En continuant de tourner autour de l'île, en sens inverse des aiguilles d'une montre, et après avoir quitté l'Androy, nous arrivons dans les Districts de Fort-Dauphin et Farafangana où nous trouvons brusquement le climat de la côte est. La transition est brutalement accusée par un changement soudain et radical de l'aspect de la végétation. La densité du bétail passe aussitôt dans la région de Fort-Dauphin à 13 au Kilomètre carré. Le bœuf de l'Anosy est petit, globuleux, à membres fins et atteint de 280 à 300 kilos ; mais en remontant vers le nord à partir de l'Anosy (pays de Fort-Dauphin), on ne trouve que peu de bétail. Les savanes, les savoka et la forêt sur argiles latéritiques ou sur latérites argileuses de l'est sont peu favorables à l'élevage, de même que l'étroite bande de dunes et d'alluvions bordant directement la côte.

e) Région centrale : Après avoir fait le tour de l'île nous en arrivons à voir ce qu'il en est de la région centrale de Madagascar, communément désignée sous l'appellation de « Hauts Plateaux ». En réalité le terme « Plateaux » est impropre. Cette région après avoir été l'objet de diverses transformations au cours des âges géologiques, a fini par être creusée et sculptée en tous sens par les effets prolongés de l'érosion.

Dans son ensemble, ce massif se caractérise par des plissements orientés le plus souvent nord-sud, délimitant des vallées plus ou moins parallèles, avec des ravinements à parois abruptes (Lavaka) et de grandes dépressions tectoniques dans lesquelles se sont accumulées des terres fertiles. Les unes sont des alluvions anciennes en partie latéritisées (régions d'Antsirabe, de Moramanga et certaines parties du pays Sihanaka, autour du lac Alaotra). Les autres sont des alluvions actuelles qui forment des marécages et des terres à rizières, occupant parfois de très vastes superficies (cuvette du lac Alaotra, plaine du Betsimitatra qui environne immédiatement Tananarive, et le Sambaïpa à une vingtaine de kilomètres au nord d'Antsirabe). Mais la plus grande partie de la région des Hauts Plateaux montre un substratum de granits et de gneiss avec, plus rarement, des micaschistes et des quartzites recouverts presque partout d'un puissant manteau d'argiles latéritiques. Ce sont les prairies de l'ouest de l'actuelle province de Tananarive, domaine des zébus des Hauts-Plateaux. Quelques gros massifs volcaniques coiffent le centre de l'île, surtout l'Itasy et l'Ankaratra, avec des laves récentes et des projections donnant de bons sols de culture (terres noires) souvent non latérisées (Itasy, région de la Sakay, Vakinankaratra). Les cipolins calcaires n'existent que dans une seule région, et en affleurements limités, à l'ouest d'Antsirabe.

Cette région des Hauts Plateaux peut se diviser du nord au sud en :

- 1° Pays Sihanaka (Cuvette du Lac Alaotra et au delà vers le nord).
- 2° Le Tampoketsa (Au nord de Fenoarivo et d'Ankazobe) constitué d'une véritable cuirasse latéritique à peu près désertique.
- 3° Pays Merina (C'est l'Emyrne ou Imerina, c'est à dire environ toute l'actuelle province de Tananarive).
- 4° Pays Betsileo (A peu près l'actuelle province de Fianarantsoa). L'altitude de l'Imerina varie de 900 mètres (Sakay) à 1.400 mètres (Palais de la Reine à Tananarive). Celle du Tampoketsa est de 1.500 mètres en moyenne, alors que le sommet le plus élevé de l'Ankaratra, le Tsiafajavaona, atteint 2.644 mètres. Il en résulte un climat relativement doux, fortement influencé par l'alizé austral qui souffle à peu près régulièrement toute l'année. L'ouest de la province de Tananarive, moins élevé, est un peu plus chaud que la capitale. La moyenne des maxima étant de 34° contre 27° en Novembre et les minima de 22° contre 8° en Juillet. Comme ceux de la côte est et ceux du sud-ouest, les zébus des hauts plateaux, au nombre de 1.700.000 environ (Pays Sihanaka, Imerina et Betsileo), sont d'un format plus réduit que ceux de l'ouest. En 1930 leur poids moyen ne dépassait pas, d'après Durieux, 350 à 400 Kilos.

## MODES D'ÉLEVAGE

De nombreux auteurs ont écrit : « L'élevage du zébu est pour le malgache, une industrie nationale ». Le terme industrie est nettement exagéré, car l'autochtone qui est plutôt un propriétaire de bœufs qu'un éleveur de bétail, laisse selon sa propre expression « ses bœufs pousser comme le riz ». Aucun soin ne préside à leur entretien. Aucune sélection n'est jamais pratiquée dans les troupeaux. Ceux-ci vivent en mélange : taureaux, vaches mères, vaches nourrices, bœufs coupés, génisses, taurillons et veaux. La reproduction s'effectue au hasard des rencontres, en liberté au pâturage : elle est d'ailleurs aussi fréquemment le fait des saillies de jeunes taurillons que de celles du taureau spécialement choisi par le propriétaire comme le chef du troupeau.

Cette faute impardonnable est due le plus souvent à la routine du malgache qui s'obstine contre toute donnée zootechnique à ne pratiquer la castration de ses mâles qu'à partir de l'âge de 2 ans 1/2, 3 ans, 3 ans 1/2, voire 4 ans. A ces âges avancés, il y a longtemps que les facultés génésiques se sont éveillées et traduites par des fécondations intempestives, alors que les qualités individuelles de ces géniteurs ne les qualifiaient nullement pour ce rôle important de reproducteur. Le chef du troupeau lui même n'est jamais choisi d'après les principes rigoureux de la sélection ; mais toujours parce que sa robe, la forme de ses cornes ou de sa bosse, voire le son de sa voix, plaisent particulièrement au propriétaire.

Le nombre des mâles est toujours plus élevé que celui logiquement admis dans nos élevages européens pour obtenir le meilleur pourcentage de production annuelle.

Presque dans toute l'île, la composition moyenne des troupeaux, dont le nombre de têtes est au maximum de 300 et 400, la moyenne étant de 50 à 100, est la suivante :

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Taureaux adultes          | 5 %  |
| Taureaux de plus de 2 ans | 12 % |
| Bœufs coupés              | 10 % |
| Vaches de 5 ans et plus   | 35 % |
| Génisses de 1 et 2 ans    | 12 % |
| Taurillons de 1 et 2 ans  | 12 % |
| Veaux et Velles           | 15 % |

Les naissances se produisent en plein pâturage et le veau est soumis, dès sa venue au monde, à toutes les intempéries et aux mêmes conditions d'existence que les adultes pour la recherche de sa nourriture. La vache malgache, bonne mère, mais mauvaise laitière, ne donnant guère en pleine lactation plus de 1 litre 1/2 à 2 litres de lait, cesse rapi-



dement de satisfaire aux exigences de l'appétit du jeune, et celui-ci recourt rapidement aussi au pâturage pour apaiser sa faim. On voit le veau zébu manger de l'herbe aux côtés de sa mère dès l'âge de 8 jours, et à 1 mois 1/2, la végétation naturelle constitue le meilleur de ses repas habituels. Sa puissance digestive n'allant pas aussi vite, son organisme s'en ressent et il se développe lentement, tardivement, si bien que le meilleur des bœufs malgaches ne peut être considéré comme adulte avant l'âge de 7 ou 8 ans. Sa croissance persiste même parfois jusqu'à l'âge de 11 et 12 ans. Il faut ajouter aussi que, dans beaucoup de régions, du fait de la nature bien tranchée des saisons, de l'arrêt net de la végétation herbacée en période sèche, les seules plantes alimentaires mises à la disposition des bovidés, les herbes de pâturage ne sont réellement alibiles que pendant la moitié de l'année au maximum. Elles ne procurent donc au bétail une ration de production que pendant leur période de pousse à la saison chaude. Durant le reste de l'année, les herbes desséchées entretiennent à peine l'animal et, le plus souvent, celui-ci fait de l'autophagie en prélevant pour son entretien les réserves grasses accumulées à la période d'abondance, dans la bosse que la nature généreuse lui a octroyée dans ce but, sur le garrot. Il en résulte que deux années d'existence du zébu malgache équivalent à une année de la vie de nos bovidés européens.

Ces conditions précaires se font cependant moins vivement sentir dans les régions d'élevage où l'habitude locale veut que les troupeaux soient jour et nuit en liberté complète dans la nature. C'est le cas dans le tiers nord de l'île, et dans une grande partie du centre nord-ouest et ouest. L'instinct du bétail le pousse alors à se faufiler dans les plus petits vallons où, même à l'ultime période de la saison sèche, l'herbe se maintient verte. Les animaux conservent ainsi un état d'embonpoint permanent, ce qui a fait la réputation de ces zones d'élevage.

Les conditions d'élevage sont par contre moins bonnes dans le sud et l'extrême sud. Soit par habitudes ancestrales, soit par crainte des vols, les animaux sont ramenés la nuit dans un parc près du village. Dans ce parc qui n'est jamais nettoyé, jamais déplacé, le bétail patauge dans la boue en saison des pluies et respire dans un nuage de poussière en saison sèche. Si l'on ajoute à cela que les indigènes, friands de lait fermenté (abobo), volent au veau la plus grande partie du lait que sa mère peut lui fournir, on se rend compte de la médiocrité des résultats.

#### QUALITÉS ET DÉFAUTS DU ZÉBU MALGACHE

Ces conditions de vie primitive n'ont guère permis qu'une sélection naturelle vers la rusticité qui est sans pareille et comparable à celle tant vantée de l'Afrikander en Union Sud africaine. Mais contraire-



ment à cette dernière race dont la corpulence est bonne, le zébu malgache doit être considéré, à de rares exceptions près, comme un animal de petite taille. Sans revenir sur les différentes variétés déjà citées, nous dirons seulement que la meilleure de ces variétés n'atteint que difficilement la taille des races européennes. Il n'en reste pas moins que le zébu malgache, qui n'a jusqu'ici bénéficié que d'une sélection à rebours, peut après quelques générations et par une conduite rationnelle de son élevage en faire un animal fort convenable.

Des expériences de sélection rationnelle du zébu sont en cours depuis 1931 à la Ferme zootechnique du Centre ouest. Elles ont déjà donné des résultats encourageants au point de vue de la précocité. C'est ainsi que l'on obtient couramment des zébus de 400 à 450 kilos à l'âge de 3 ans, alors que ce poids n'est obtenu dans l'élevage indigène que vers 6, 7 ou 8 ans. Il faut dire qu'à la sélection s'ajoute une alimentation plus efficace en saison sèche, constituée par une distribution de foin ou de silage au pâturage même.

On peut reprocher au zébu malgache ses reins trop couverts et souvent mal musclés au détriment du morceau roi en boucherie : l'ailoyau, sa croupe étroite, un peu courte et très souvent oblique, et ses os pelviens rapprochés à l'extrême ; sa poitrine est ordinairement sanglée en arrière des coudes, son ventre est tombant, son fanon très développé et grossier, on peut voir parfois réapparaître à l'ombilic le pli de peau caractéristique de son ancêtre indien.

A côté de ces défauts, qu'une sélection bien comprise fera disparaître, le zébu malgache présente des qualités essentielles qui lui ont valu depuis longtemps une réputation excellente en boucherie.

Les premiers explorateurs de Madagascar, les navigateurs Portugais, Hollandais et Français, écrivaient déjà il y a 300 ans que les malgaches possédaient de « grands bœufs portant une bosse sur le cou, très gras et excellents à manger ». La race a pu dégénérer au point de vue taille, mais son aptitude à l'engraissement, la qualité de sa chair ne sont pas atténuées.

Dans un bon pâturage naturel les indigènes faisaient passer des bœufs de poids moyen de 310 à 320 kilos au poids de 380 à 400 kilos ; c'est la pratique de l'embouche pour la production du « dabokandro ». De nos jours encore, certains engraisseurs font d'un grand bœuf osseux et à peine en état, un animal fin gras, un monstre de graisse, portant aneiements jusqu'aux épaules et arrivant au poids de 650, 700, et même 800 kilos en le nourrissant dans une fosse d'où il ne sort pas pendant des mois et parfois pendant plus d'une année. Ces animaux appelés « bœufs de fosse » sont très appréciés des indigènes et... des européens.

Grâce à la finesse générale du squelette de ces animaux de boucherie, les rendements en viande nette atteignent et dépassent souvent ceux que l'on trouve en Europe. Il faut qu'un zébu malgache soit vraiment étique pour que son rendement soit inférieur à 48 %. Dès que la venue des herbages en Janvier, Février et Mars, l'a un peu arrondi son rendement atteint 53 à 54 %. Chez le « dabokandro » le rendement passe à 56 et 58 % et même davantage ; quant au « bœuf de fosse » il donne des rendements de 60, 63, et jusqu'à 67 %.

La chair du zébu malgache très rouge en raison de la castration tardive, rappelle un peu, comme aspect, celle du taureau ; mais n'en a ni le goût musqué ni la coriacité. Convenablement rôtie, elle est suffisamment juteuse, bien que la coupe en soit sèche en apparence et que le persillé ne se voit que rarement dans la plupart des morceaux même chez des animaux fin gras.

#### APTITUDES ET UTILISATION DU ZÉBU

L'espèce bovine est exploitée partout pour : le travail, la viande et le lait ; le zébu malgache n'échappe pas à la règle.

1°) *Travail*. — Depuis un temps immémorial, les troupeaux indigènes sont utilisés chaque année à une époque bien déterminée au piétinage des terrains de rizières. Du passage répété du troupeau il résulte un malaxage complet de la terre et la transformation du sol en boue meuble apte à recevoir la semence ou les plants de riz. Ce travail qui dure généralement plusieurs semaines entre septembre et décembre, exige un déploiement considérable de force qui épuise les animaux et particulièrement les vaches mères et les jeunes dont l'indigène se sert plus volontiers que de ses bœufs coupés adultes, qu'il craint de voir maigrir. Heureusement la saison d'abondance fourragère suit immédiatement cette période de travail intensif et les animaux récupèrent rapidement leurs forces. En dehors de ce travail le zébu ne vit que pour son entretien en liberté au paturage ; à peine si, en quelques régions spécialement développées au point de vue culture du riz, sert-il encore pendant quelques jours, en fin de saison chaude, au « dépiquage » du riz récolté.

Depuis l'occupation française cependant, et en particulier depuis 1904, le développement routier, les nécessités de transports commerciaux ont fait utiliser le zébu à l'attelage, principalement à la charrette. De plus en plus de nos jours il tire aussi la charrue.

Le mode d'attelage est des plus primitifs mais convient admirablement à la formation de la race ; c'est le simple joug de garrot en bois, dont le point de traction s'applique en avant de la bosse, organe

de retenue naturel contre les glissements en arrière. Malgré le point d'appui ainsi élevé de la force, malgré la faible masse habituelle de l'animal tracteur, une paire de zébus traîne souvent, en terrain plat, des charges de 1.000 à 1.500 kilos, ce qui est tout en faveur de la race, de sa rusticité et de son énergie. Il faut dire cependant que ces charges excessives usent rapidement les animaux, et qu'une paire de bœufs malgaches ne donne vraiment un rendement régulier et prolongé que lorsque la charge ne dépasse pas une moyenne de 5 à 600 kilos et la durée du travail 1/2 journée.

Une autre utilisation du zébu pour le travail est son emploi comme animal porteur soit à la selle soit au bissac. Ce sont surtout les bœufs naissant sans cornes (Bory) que les indigènes dressent pour ce travail. Le « bœuf-cheval » (Omby-Soavaly) est un assez bon porteur, et les meilleurs arrivent à supporter des charges de près de 100 kilos. Il est aussi un bon trotteur et utilisé comme tel pour le transport de son propriétaire. On lui apprend à se mettre à genoux et même à se coucher pour faciliter le chargement. On a vu un européen, excellent cavalier, exécuter en public une exhibition impeccable, montant un tel « bœuf-cheval » sur un parcours de concours hippique.

2°) *Production laitière.* — Il a été déjà dit que la vache zébu malgache était une laitière des plus médiocres et donnait difficilement plus de 2 litres de lait par jour en pleine lactation. Cette faible sécrétion semble être la conséquence d'une alimentation peu rationnelle et d'un manque de gymnastique fonctionnelle de la mammelle. Certaines vaches, dans certaines conditions favorables, montrent que la race peut être une laitière presque moyenne. Dans les zones du Sud et du Sud-Ouest où la pratique de la traite est courante, il n'est presque pas de troupeau ne possédant pas de vaches donnant de 2 à 3 litres de lait tout en nourrissant encore leur veau assez bien. On connaît quelques européens possédant en brousse des vaches pures zébu, qui, bien alimentées, donnent 5 et 7 litres de lait. Par contre on n'a que peu de renseignements sur la durée de la lactation. La vache zébu donne un lait particulièrement riche en matière grasse. Il est reconnu partout que moins de 20 litres, le plus souvent 16, parfois 14 et même 12 litres de lait de vache zébu suffisent pour produire 1 kilo d'un excellent beurre bien jaune et de goût parfait.

Actuellement la vache zébu reste inutilisée pour la production commerciale du lait. Seules les populations Bara, Mahafaly et Antandroy consomment sous forme de lait caillé fermenté (abobo) le lait de leurs vaches ; et il n'est point d'Européen, broussard curieux, qui n'apprécie cette spécialité, malgré l'hygiène... douteuse qui préside à sa préparation.

3<sup>e</sup>) *Production de la Viande.* — La grande spécialisation du zébu malgache reste la boucherie. Une légende Hova prétend que c'est le roi Ralambo, qui vers l'an 1600 ait été le premier à manger de la viande d'un bœuf tellement gras qu'il avait du mal à marcher. Il semble plus vraisemblable que le malgache ait apprécié, de temps immémorial, la viande de cette espèce animale. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire les récits des anciens explorateurs. On a la certitude que le zébu a toujours été vénéré par le malgache comme étant une grande richesse, et la victime indispensable dans les grandes occasions : naissances, mariages, enterrements, sacrifices rituels. Ce sont principalement les enterrements qui sont le prétexte à des orgies de viande de bœuf. Ainsi en font foi les tombeaux ou les pierres levées ornés de nombreux bucranes aux imposantes cornes en lyre qui les ornent à plaisir. Et de nos jours encore, il n'est pas un chef quelque peu réputé, un éleveur de bœufs quelque peu riche, qui ne réservent dans leurs troupeaux un nombre important de bœufs adultes spécialement choisis pour leur robe ou leur cornage et que leurs héritiers devront sacrifier et... consommer à l'occasion de leurs funérailles. Il a fallu toute une réglementation fiscale, et des décisions administratives sévères pour réduire à de justes proportions dans certaines régions du sud et de l'ouest, les hécatombes de bovidés qui atteignaient parfois 1.000 à 1.200 têtes des plus beaux bœufs du troupeau, pour le décès d'un chef puissant. On a même cité le chiffre de 4.000 têtes pour la mort d'un roi mahafaly dont le tombeau récent porte le témoignage de ces sacrifices et que j'ai eu souvent l'occasion de visiter lors de mes tournées dans le sud.

Le désir de manger du bœuf pousse, encore de nos jours, les indigènes à consommer les animaux morts même quand ils ont été enfouis quelques jours auparavant. C'est ainsi qu'une épidémie de charbon bactérien (devenu très rare aujourd'hui) fait plus de victimes parmi les hommes que parmi les bœufs.

Au fur et à mesure que la civilisation pénètre dans les coins les plus reculés de la brousse, grâce aux transactions régulières favorisées par un réseau routier qui se développe chaque année, par le bateau ou le train, par les lignes aériennes qui relient aujourd'hui tous les centres importants de Madagascar à Tananarive, l'indigène vendant plus facilement qu'autrefois ses produits de cueillette ou de culture, acquiert des besoins nouveaux qui se traduisent aussi par une consommation de plus en plus élevée de viande. A la réflexion, je ne citerai aucun chiffre, car les statistiques officielles ne donnant que le nombre d'animaux abattus après avoir payé la taxe, sont nettement au dessous de la vérité, les abattages en brousse échappant totalement au contrôle.



Je dirai seulement que la ponction faite annuellement au troupeau est sensiblement de 10 % de celui-ci, ce qui, étant donné sa composition, est très suffisant.

En dehors de la consommation locale, le bœuf malgache est encore exporté sur pied (Ile Maurice et La Réunion) et industrialisé. Le bœuf de fosse, beaucoup moins suiffard que ses congénères d'Amérique du Sud, donne une excellente viande congelée. Le bœuf d'herbe, ou Dabokandra, donne pour la conserve une viande de tout premier choix.

Les circonstances économiques actuelles ont amené la disparition de la plus importante des usines (celle de Boanamary, près de Majunga) et la diminution de la production de toutes les autres.

### Élevage du Porc

Le porc n'étant pas soumis à l'impôt de capitation, il est difficile de dire l'importance exacte du troupeau. Il y a une quinzaine d'année on évaluait ce troupeau à 500.000 têtes environ. Malheureusement la maladie de Teschen (Méningo-encéphalomyélite à virus) est apparue, et sévissant en milieu neuf a provoqué de véritables hécatombes et fait disparaître des élevages entiers. Depuis cinq ans une campagne de vaccinations massives est venue pratiquement à bout de la maladie ; mais il faudra continuer encore longtemps ces vaccinations.

Les porcs malgaches sont les descendants d'animaux importés dès le 15<sup>e</sup> siècle par des navigateurs abordant l'île et l'on distingue deux types bien différents : l'un rappelant le porc ibérique, l'autre le porc d'extrême orient. Ces porcs malgaches sont peu précoces, pesant seulement 60 ou 80 kilos à 2 ou 3 ans. Ils disparaissent rapidement cédant la place aux croisés ou aux purs qui s'élèvent facilement dans l'île.

De nombreuses introductions de reproducteurs porcins ont été faites en provenance surtout de France et aussi pendant la guerre de l'Union Sud Africaine. Il a été importé des Craonnais, des Bayeux, des Berkshire, des Tamworth, des Large black, mais surtout des Yorkshire middle white et large white. Depuis quelques années le Service de l'élevage s'est limité à l'importation et à la diffusion des Yorkshire Large White, race qui donne toute satisfaction aux éleveurs et aux consommateurs. Le Service de l'Élevage possède 4 centres principaux de production de reproducteurs Y.L.W. et peut actuellement céder plusieurs centaines de sujets bien venus chaque année, et sera bientôt à même d'en céder plusieurs milliers.

Concurremment la Section de nutrition du Laboratoire Central de l'Élevage met au point des formules de provendes à base de produits locaux, qui sont contrôlées dans les diverses stations du Service. Il



faut souligner ici, que l'industrie des provendes, inexistantes il y a dix ans, a pris une extension considérable non seulement pour la fabrication d'aliments destinés au porcs, mais aux volailles et aux vaches laitières.

Si l'effectif porcin augmente depuis 4 ans, la précocité et la qualité ont progressé rapidement dans de nombreux élevages et les porcs atteignant 100 kilos et plus entre 7 et 10 mois sont maintenant nombreux.

Le développement de l'élevage du porc dépend étroitement de la production des sous-produits des industries agricoles : son de riz, tourteau d'arachides, tourteau de coprah, féculé grise ; des sous-produits de la pêche et des usines de conserves. Il dépend bien sûr aussi des récoltes de maïs et de manioc.

### Élevage du Mouton

L'élevage du mouton se pratique à Madagascar principalement dans le sud, et à un degré plus faible sur les Hauts-Plateaux. La côte Est, trop humide, ne lui est pas favorable.

Le mouton indigène, le plus souvent dépourvu de cornes, se rapproche du mouton Persan, dont il possède la toison de jarre et la grosse queue, particulièrement volumineuse chez les sujets très gras. La qualité de la chair varie en fonction de l'âge, du pâturage et de la castration rarement pratiquée ; mais elle n'est jamais comparable à celle des races à laine.

Les ovins des Hauts Plateaux sont de petite taille et leur poids moyen est de 20 kilos, ne dépassant jamais 30 kilos pour un adulte. Ceux du Sud atteignent et dépassent parfois 60 kilos ; ils suivent par groupes de dix, vingt, trente parfois, les troupeaux de zébus. C'est dans ce même Sud l'animal de boucherie qui est abattu pour économiser le bœuf. Lors de disette il est la première victime, avant la consommation des bœufs morts. Sur les Hauts Plateaux, les moutons vivent isolés ou par groupes de deux ou trois. Ils mangent en général attachés au piquet par un membre antérieur. Rentrés le soir, ils donnent un fumier assez apprécié.

Depuis 1896, organismes officiels et particuliers ont importé à Madagascar diverses races de moutons à laine tels que : Solognots, South-down, Ile de France, Rambouillet, Mérinos Sud Afrique ; mais principalement des Mérinos de Provence. Les résultats n'ont pas été merveilleux. Les croisements obtenus sont assez appréciés pour leur chair plus savoureuse, par les consommateurs européens. En pays Antandroy, la bergerie officielle d'Ambovombe cède chaque année des reproducteurs Mérinos de Provence, car c'est cette race qui semble avoir marqué le mieux les moutons laines de l'Androy, dont la tonte et la surveil-

lance sanitaire (traitements antiparasitaires, vaccinations, castrations) sont assurées par le Service de l'élevage ; ce qui est indispensable pour la réussite de cette spéculation, qui ne semble pas être appelée à une grande extension.

### Élevage de la Chèvre

Les chèvres qui se rencontrent sur la côte ouest et la côte nord ouest, sont surtout nombreuses dans le sud et l'extrême sud de l'île. Elles sont d'un format moyen, de robe pie-noire, pie-rouge ou brune. Comme le mouton elles sont un appoint précieux comme viande de boucherie familiale. A l'inverse du mouton, le bouc destiné à la consommation est toujours castré. Leur viande est particulièrement appréciée des musulmans et des hindous.

Dès 1914, le service de l'élevage a fait venir de l'Union Sud Africaine, les premiers géniteurs Angora, importations qui furent renouvelées à plusieurs reprises. Le but visé étant de transformer dans l'extrême Sud la chèvre locale, par une chèvre qui soit, par son mohair, une source de profit supplémentaire pour l'habitant déshérité du pays Mahafaly. Les résultats furent magnifiques. Il existe maintenant dans le District d'Ampanihy et les districts voisins, plusieurs milliers de sujets tondables, pouvant alimenter en mohair un artisanat local. La Coopérative du Mohair fondée et aidée par le Service de l'élevage, possède à Ampanihy un atelier de tissage spécialisé dans la fabrication de tapis en Mohair dont la réputation méritée commence à dépasser Madagascar.

La chèvre Angora, beaucoup plus rustique que le mouton à laine et d'un rapport plus élevé quant à la toison, s'étend plus facilement et beaucoup plus largement que ce dernier.

### Élevage du Cheval

Le cheval, introduit pour la première fois à Madagascar sous le règne de Radama I<sup>er</sup>, ne fut pendant longtemps qu'un objet de parade. les jours de revues. Ce n'est que sous le règne de Radama II et à partir de celui de Radama III que l'effectif s'accrut quelque peu par l'importation de nouveaux animaux en provenance des pays voisins : Maurice, La Réunion, la Côte orientale d'Afrique. En 1896, on recensait en Imerina 365 chevaux, dont la moitié étaient des réformes du corps expéditionnaire français.

Le Général GALLIÉNI créa les Haras et Remontes et installa des jumenteries. Il patronna des Sociétés de Courses qui existent encore aujourd'hui.

Les étalons introduits : Barbes, Arabes, Anglo-arabes étaient mis gratuitement à la disposition des éleveurs, dans les haras et les stations de monte.

L'élevage se développa sur les Hauts-Plateaux, et, il y a vingt ans, le nombre de chevaux atteignait 3.500. Les débouchés étaient constitués par l'Armée, les courses et quelques particuliers amateurs de Sport hippique. Quelques colons et missionnaires utilisaient le cheval pour des tournées en brousse. Beaucoup de chevaux terminaient leur carrière en trainant les calèches malgaches des environs de Tananarive ; celles-ci ont disparu heureusement aujourd'hui pour faire place aux taxis à moteur.

Des étalons de trait (Postiers Bretons) ont été introduits sans succès, sinon dans une ferme dirigée par des missionnaires canadiens. Le malgache habitué au zébu, qu'il attelle si facilement à sa charrette, grâce à un joug des plus rudimentaire, n'a pas cherché à lui substituer le cheval.

Les statistiques récentes, montrent une diminution des effectifs. Madagascar ne compte plus que 2.000 chevaux. L'élevage subsiste, grâce à la gendarmerie, à l'armée, aux clubs hippiques et surtout aux courses. L'orientation vers les courses est de plus en plus nette et les plus beaux produits peuvent être admirés sur l'Hippodrome de Tananarive. Depuis la dernière guerre, la Société d'Encouragement de Tananarive et quelques riches particuliers ont importé de France des Pur-sang Anglais. Les étalons sont confiés pour la monte au service de l'élevage.

### Élevage de l'Âne

Il n'existe pas un millier d'ânes à Madagascar ; ils sont tous de petite taille, n'atteignant pas 1 mètre au garrot.

Entre les deux guerres, il fut importé quelques baudets et ânesses Catalans d'un format plus intéressant ; les baudets mesuraient en effet 1m 30 à 1m 40 au garrot. Un troupeau de ces Catalans est entretenu à Ambovombe (dans l'extrême sud) ; ses produits suffisent pour satisfaire aux demandes de cession.

Un essai de production mulassière n'eut qu'un succès d'estime près des propriétaires de juments et la question fut abandonnée.

### Élevage de l'Autruche

Très prometteur jusqu'en 1928, cet élevage, à partir d'oiseaux en provenance d'Afrique du Sud et de l'Ouganda, était exclusivement pratiqué dans la région de Tuléar. Faute de débouchés, cet élevage

assez onéreux mais qui marchait fort bien a du être abandonné par les colons. Il est curieux de noter, que les oiseaux lâchés en brousse n'ont pu subsister dans les conditions naturelles.

Seule aujourd'hui l'Autrucherie Officielle de Befanamy aux portes de Tuléar, entretient encore quelques couples à titre purement sentimental.

### Élevage des animaux de Basse-cour

Les animaux de basse-cour, sont millions à Madagascar. Chaque foyer indigène à la campagne et souvent en ville a sa basse-cour.

La poule malgache est mauvaise pondeuse, une quinzaine d'œufs deux ou trois fois par an ; mais c'est une bonne couveuse et une excellente mère. Le poulet à croissance lente donne, bien engraisé, une chair convenable. Certains indigènes (trop rares malheureusement) produisent des chapons délicieux.

Il serait trop long de citer les nombreuses races de poules introduites à Madagascar tant par la Société Centrale d'Aviculture, que par le Service de l'Élevage. Près des centres urbains les poules pures ou métisses sont très nombreuses et il n'est pas rare d'en rencontrer dans les coins les plus reculés de la brousse.

Depuis dix ans, l'élevage avicole a pris une extension considérable, plus particulièrement aux alentours de Tananarive.

A une certaine époque on manquait d'œufs pour le ravitaillement de la capitale. Grâce à l'aide technique apportée aux aviculteurs en vue de la prophylaxie des maladies des volailles et à une alimentation rationnelle, grâce à l'introduction répétée de poussins d'un jour de France ou d'Afrique du Sud ; grâce surtout à une politique de non taxation des œufs (qui fut très dure à faire accepter par l'administration), il existe maintenant de beaux élevages avicoles, dont certains possèdent 5.000 pondeuses. L'approvisionnement de Tananarive en œufs frais est très largement assuré, et, fait intéressant à souligner, les œufs sont les seuls produits à ne pas avoir augmenté de prix sur le marché depuis dix ans.

L'élevage des oies et canards est prospère dans les régions où ils disposent de marécages ou de rizières qu'ils occupent après la récolte du paddy. Il existe depuis toujours à Madagascar des producteurs qui vendent des canetons d'un jour ; les dindes étant utilisées en grand pour la couvaison des œufs de cane.

L'oie malgache a un cou cygnoïde, et le mâle porte une protubérance très marquée à la base du bec. Plus légère que l'oie de Toulouse, elle peut être croisée avec celle-ci ; mais ne peut donner des foies gras.

Ceux-ci sont obtenus par le gavage des mulards (croisement à chair succulente du canard ordinaire et du canard de Barbarie). Les foies ainsi obtenus arrivent à peser 800 grammes. Convenablement préparés, ils peuvent rivaliser avec ceux de Toulouse ou de Strasbourg.

L'élevage des dindons, dont l'introduction remonte à un siècle environ, est bien développé, surtout sur les Hauts-Plateaux ; et les agglomérations en sont bien approvisionnées au moment des fêtes.

Le lapin connaît peu la faveur des indigènes. De nombreuses races à chair et à fourrure ont été importées. Seul l'Angora blanc a connu un certain succès à cause de son poil pendant la dernière guerre ; mais ce fut une vogue de nécessité qui se termina avec les hostilités.

Le pigeon se développe assez facilement dans toute l'île ; mais il n'est pas l'objet d'un véritable élevage. Quelques races amélioratrices ont cependant été importées ; mais seuls les Européens se sont intéressés à la chose.

### **Élevage des abeilles**

Le miel et la cire sont à Madagascar presque toujours des produits de cueillette en forêt. Il existe cependant sur les Hauts-Plateaux quelques apiculteurs qualifiés qui produisent un miel de qualité. La nosé-mose, l'acariose et les loques ne sévissant pas à Madagascar, des importations de reines italiennes ont été faites avec les plus sévères garanties sanitaires.

### **Élevages divers**

Des essais d'introduction de faisans, de lapins de garenne et de lièvres par le Service des Eaux et Forêts n'ont donné que des résultats négatifs. Ce même service a été plus heureux avec les daims, les truites, les black bass et les tilapia.

### **Amélioration du cheptel**

#### **INTRODUCTION**

En Février 1950, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) réunissait à Lucknow, en Inde, une conférence internationale chargée d'étudier les problèmes de l'amélioration du bétail dans les pays tropicaux et subtropicaux.

Ayant eu l'honneur de faire partie de la délégation française à cette conférence, je fus désigné comme co-conveneur du comité C, chargé de rédiger les conclusions pratiques pour l'application des méthodes pré-



conisées. C'est pourquoi j'ai jugé utile de rappeler au début de ce chapitre, l'essentiel du Rapport sur la Conférence de Lucknow.

1°) *L'élevage, affaire de gouvernement* : la place de l'élevage dans les activités agricoles et son importance pour l'alimentation des populations, mais plus encore l'importance des moyens techniques à mettre en œuvre pour les travaux de laboratoire et l'amélioration des pâtures, nécessitent un appui moral et financier des gouvernements.

2°) *Formation de cadres spécialisés* : les gouvernements doivent s'attacher à la formation de jeunes techniciens d'élite, généticiens, physiologistes, climatologues qui font actuellement défaut dans les pays tropicaux, pour la réalisation d'un vaste programme d'amélioration du bétail.

3°) Les gouvernements doivent porter un intérêt soutenu aux recensements du bétail, car ils sont indispensables pour travailler sérieusement.

4°) *L'amélioration par sélection* : Toute amélioration par sélection suppose la mesure des performances des animaux de laiterie, d'embouche et de trait ; ainsi que celle de l'efficacité de l'utilisation de la nourriture par le bétail. Les gouvernements devront mettre au point, sur le plan international, des méthodes de mesure qui soient aussi uniformes que possible. Le rapport énumère ensuite les principes généraux à respecter dans les programmes d'amélioration par sélection, et fixe l'attitude des gouvernements dans le domaine des échanges de reproducteurs, de la protection des races de bétail indigènes, de l'échange de renseignements sur les modalités d'acclimatation des races allogènes et sur l'insémination artificielle.

5°) *Application de la physiologie à l'amélioration du bétail* : Les méthodes physiologiques de mesure des performances, revêtent une importance particulière dans les pays tropicaux et subtropicaux qui sont précisément ceux où les moyens de recherche en ce domaine sont très limités. Il est recommandé aux gouvernements de ces pays, de favoriser la construction de centres de recherches, dotés de l'équipement et du personnel voulu, centres qui conduiraient des études physiologiques suivant un plan systématique et coordonné, tant en laboratoire que sur le terrain. De même l'échange de connaissances sur la physiologie du bétail doit être intensifié et favorisé. La formation d'un personnel spécialisé est indispensable, comme le sont les visites d'experts de pays à pays.

6°) *Vulgarisation des connaissances et techniques nouvelles parmi les éleveurs* : les gouvernements doivent s'attacher à ce que les centres d'amélioration et de sélection animales jouent pleinement leur rôle, tout d'abord

par la distribution aux éleveurs de bétail de qualité et, ensuite, en montrant aux éleveurs l'importance des travaux poursuivis. La coopération des éleveurs aux travaux est indispensable au succès des programmes d'amélioration. Des mesures gouvernementales doivent assurer aux éleveurs des prix rémunérateurs, car il est indispensable qu'ils soient payés pour les efforts accomplis.

Dans beaucoup de régions tropicales et subtropicales il y a intérêt à limiter la densité du bétail pour éviter la détérioration des sols ; il appartient aux gouvernements de préciser et de faire respecter ces limites.

La vulgarisation des connaissances nouvelles et leur application sur une vaste échelle sont nécessaires pour un accroissement de la production. Il appartient aux gouvernements de mettre en œuvre tous les moyens propres à assurer la diffusion des données scientifiques parmi les éleveurs. Il est recommandé à la FAO de préparer une brochure exposant les diverses manières de présenter ces instructions et le détail des circonstances dans lesquelles de bons résultats ont été obtenus.

7°) *Méthodes d'amélioration par distribution de reproducteurs mâles de qualité supérieure, provenant de fermes d'état ou d'établissements contrôlés* : le rapport insiste sur la nécessité d'un plan soigneusement établi, dont la responsabilité d'exécution incombe aux gouvernements et qui comporte :

a) La castration des mâles dans les zones choisies pour l'amélioration, ou au moins un contrôle rigoureux du non accès de ces mâles dans ces zones.

b) La création de zones d'amélioration, là seulement où l'on est assuré de pouvoir fournir des géniteurs mâles de même valeur pendant au moins quatre générations.

c) Créations d'exploitations pour l'élevage de l'excédent des jeunes animaux sélectionnés provenant d'autres centres et qui pourraient être ensuite distribués dès leur maturité.

d) Distribution des mâles sélectionnés suivant une série de cercles concentriques.

8°) *Proposition de convoquer une réunion sur l'amélioration de l'alimentation et de l'exploitation du bétail* : cette conférence étudierait les moyens d'amélioration du milieu naturel et de l'alimentation, la protection contre les épizooties et les parasites, pour compléter les autres mesures d'amélioration de la production animale.

9°) *Proposition de convoquer une nouvelle conférence sur l'élevage* : Le rapport recommande que la FAO convoque d'ici 5 ans (ce qui n'a pas été fait) qui permettrait de confronter les résultats obtenus dans les divers pays après l'application des principes ci-dessus énoncés.

Le deuxième chapitre du rapport, intitulé « Programme d'amélioration du bétail destiné à généraliser l'application des découvertes », examine plus particulièrement les moyens à mettre en œuvre pour vulgariser chez les éleveurs des pays tropicaux et subtropicaux, les découvertes techniques faites au laboratoire ou sur le terrain, et les modalités pratiques de réalisation des programmes d'amélioration.

Le rapport rappelle que le niveau de la production chez les éleveurs indigènes reste très bas et souligne l'importance de l'amélioration de la production sur le plan social d'abord (nutrition, santé), sur le plan agricole proprement dit ensuite (conservation des sols, conservation de la production végétale), pour aboutir à la création d'un paysannat autochtone disposant de productions mixtes bien équilibrées. Le rapport rappelle ensuite les conditions particulières aux pays tropicaux et subtropicaux, et dont il y a lieu de tenir compte dans le choix des méthodes à employer pour l'amélioration du bétail. Il passe successivement en revue les problèmes du climat, de la nutrition, des épidémiologies, du facteur humain et enfin des facteurs géographiques.

Toutes les questions soulevées dans le rapport de la FAO à la conférence de Lucknow, sont des plus intéressantes. Certaines méthodes ont déjà été appliquées à Madagascar, car bien entendu, le Service de l'Élevage de la Grande Ile n'a pas attendu les recommandations de la FAO pour commencer l'amélioration du cheptel dont il a la responsabilité.

#### SITUATION ACTUELLE DE L'ÉLEVAGE À MADAGASCAR

Madagascar, l'île du zébu, a vu son troupeau bovin passer de 2 à 3 millions de têtes au début du siècle à 6 millions en 1953 et se maintenir à ce chiffre actuellement. Dans le même temps, mais principalement dans la dernière décennie, on a pu noter dans les abattoirs et les usines de conserves une diminution du poids des animaux abattus de l'ordre de 10 à 15 %, consécutive à une réduction du format des animaux.

En tenant compte du fait que de 1920 à 1930 de nombreux animaux ont été sacrifiés pour la seule valeur du cuir et que les besoins de la boucherie sont restés les mêmes que dans les périodes immédiatement antérieure et postérieure (350.000 têtes), on constate une diminution des abattages de l'ordre de 80.000 têtes, soit environ 25 %, en relation étroite avec la diminution du cheptel, car dans le même temps on constatait un accroissement considérable de la population, passée de 3.255.000 habitants en 1920 à près de 5.000.000 en 1958. Si l'on tient compte de ces divers éléments, on peut en conclure que la quantité de viande produite est seulement 60 % du tonnage d'avant guerre, alors que la consommation moyenne par tête d'habitant est restée la même.

Une des fâcheuses conséquences de cet état de choses est la fermeture de la principale usine de conserves de viandes, la Compagnie Générale Frigorifique, l'une des mieux situées du territoire. Installée dès 1911 à Boanamary, dans l'estuaire de la Betsiboka à proximité de Majunga, en bordure d'une importante région d'élevage. Elle a été contrainte de fermer ses portes en 1955, après avoir traité pendant 44 ans près de 50 % du bétail abattu dans l'ensemble des autres usines et un total de 1.250.000 têtes. Il faut signaler aussi que le zébu qui représentait en 1948 encore 30,99 % du montant des exportations de Madagascar n'y comptait plus que pour 4,81 % en 1956, ce qui représente une incidence importante sur l'économie du pays.

C'est donc une crise très grave que traverse l'élevage malgache, et de nombreuses raisons ont été invoquées pour expliquer cette crise. Parmi les plus importantes, il faut citer :

1°) Les vols de bœufs, si nombreux dans toute l'étendue du territoire qu'ils découragent les éleveurs et compromettent l'avenir du troupeau. C'est une véritable plaie, spécifique de Madagascar, dont seule la disparition ramènera la confiance chez les éleveurs. La jeune République Malgache vient de voter une loi renforçant la répression en matière de vol de bœufs.

2°) L'extension des cultures, commandée par une démographie toujours croissante et l'aménagement en rizières par des cultivateurs, de pâturages de bas-fonds où le zébu trouvait sa nourriture en saison sèche.

3°) L'incomptabilité, qui existe un peu partout, entre le mode d'élevage actuel, exc'usivement extensif, et la nécessité d'accroître les cultures vivrières pour faire face aux besoins d'une population en constante augmentation. L'équilibre ne sera trouvé que dans une étroite association entre l'élevage et l'agriculture. L'élevage extensif devra progressivement faire place à un élevage semi intensif, où l'animal apportera à l'homme non seulement le lait et la viande ; mais encore son travail et du fumier qui contribueront à l'amélioration d'une agriculture en pleine expansion.

4°) Le développement et l'extension des cultures industrielles (tabac, arachides, canne à sucre) qui a privé le bétail des meilleurs pâturages de saison sèche (rives du Kamoro dans la région de Majunga, où se trouvaient jadis les fameux pâturages de la Reine ; régions basses du delta de la Mahavavy dans la région de Diego-Suarez occupés par une importante société sucrière, la SOSUMAV.... etc) et qui enlève surtout aux animaux le libre accès pour un abreuvement convenable.

5°) La désaffection d'une partie de la population vis-à-vis de l'élevage extensif traditionnel, la dégradation et la déchéance de l'autorité patriarcale des anciens chefs de famille et des notables de village, qui conduisent à la disparition des grands troupeaux d'autrefois, signes d'importance sociale, gloire et orgueil de leurs propriétaires. Si les troupeaux de quelques centaines de têtes sont encore relativement nombreux (encore qu'aucune statistique valable ne permette d'en connaître le nombre) ; par contre ceux de 1000 têtes et plus sont aujourd'hui l'exception.

6°) La fiscalité. Si la majeure partie des éleveurs n'est soumise qu'à la taxe de capitation sur le bétail, les propriétaires de grands troupeaux, par contre, acquittent deux impôts supplémentaires : l'impôt sur les bénéfices divers (IBD) et l'impôt général sur le revenu (IGR) très critiqués et très impopulaires, et que beaucoup accusent d'être responsables de la disparition des grands troupeaux et du partage de ceux qui restent entre les membres d'une même famille.

7°) Enfin les cours relativement bas du bétail sur pied qui n'ont pratiquement pas varié depuis plusieurs années, alors que tous les autres produits agricoles ont bénéficié de hausses sensibles.

Si malgré toutes ces causes défavorables, les zébus sont encore si nombreux à Madagascar, c'est que le bœuf joue un rôle éminent dans la vie familiale et sociale des indigènes. Il n'est pas un malgache qui se désintéresse du bœuf, et chacun d'eux, sauf peut être les habitants peu fortunés des grands villes, possède une ou plusieurs têtes. On peut avancer qu'il y a presque autant de propriétaires de bœufs que d'habitants adultes. Ce sont là des constatations réconfortantes qui permettent d'espérer que la situation actuelle pourra être redressée et que Madagascar pourra se classer un jour parmi les pays grands producteurs de viande.

#### AMÉLIORATION DU ZÉBU MALGACHE

Pour toutes les raisons exposées ci-dessus, on ne doit pas chercher une augmentation de la production du bétail dans un accroissement exagéré du nombre d'animaux. L'idéal serait de retrouver les 8 millions de têtes d'antan, susceptibles de vivre convenablement sur les quelques 37 millions d'hectares de pâturages naturels que possède la grande île. Il est donc raisonnable dans l'immédiat de rechercher une augmentation de la qualité des animaux au lieu de vouloir en augmenter le nombre.

Il est préférable à tous les points de vue de produire 100 bœufs d'un poids de 400 kilos à 4 ans, avec un rendement de 52 %, que d'en pro-



duire 150 n'atteignant que le poids de 350 kilos à 7 ou 8 ans seulement avec un rendement de 48 %.

Poser le problème de l'amélioration qualitative du zébu, c'est, soulever celui d'une alimentation rationnelle tout le long de l'année et spécialement pendant la saison sèche, dont la durée est de 3 à 6 mois selon les régions. C'est là le problème essentiel qui sort du cadre de cet exposé déjà fort long, et nous le supposons résolu ; aucune amélioration ne pouvant être escomptée si une nourriture suffisante n'est pas régulièrement assurée pendant toute l'année aux unités de production.

Le zébu malgache, nous l'avons dit plus haut, est d'une grande rusticité, sa viande est de bonne qualité ; mais il pêche par sa conformation, son poids et son manque de précocité. Il apparaît donc, qu'en dehors de quelques régions déshéritées, où seul le zébu pur est susceptible de tirer parti des maigres pâturages de saison sèche, il convient d'intervenir d'emblée sur la productivité individuelle des animaux, dont l'amélioration est envisagée, et partout où cela sera possible par croisement plutôt que par sélection, en raison des longs délais que cette dernière méthode exige et du peu d'intérêt que les Malgaches lui portent.

#### RAPPEL DES ESSAIS ANTÉRIEURS

Il y a près d'un siècle déjà que les premières tentatives d'amélioration par croisement avec des taureaux de souche européenne ont été entreprises à Madagascar, en premier lieu par JEAN LABORDE qui introduisit, dans l'est immédiat de Tananarive, à partir de 1840, un nombre relativement important de reproducteurs appartenant aux races Bordelaise, Gasconne, Garonnaise, Bretonne et Normande, lesquels ont donné naissance à la race dite « Omby rana » ou « Rana », aux aptitudes laitières nettement marquées et actuellement répandue dans toute la partie orientale des plateaux, du lac Alaotra à Ambositra, où l'on compte de 30 à 40.000 têtes. Par la suite, et plus spécialement entre 1923 et 1956, il a été importé des taureaux et des vaches des races : Limousine, Schwitz, Normande, Salers, Jerseyaise, Ayreshire, Aberdeen angus, Shorthorn, Friesland, Afrikander et en dernier lieu Brahman du Texas.

Depuis la présence française on estime que le nombre total des bovins importés s'élève à 408 têtes (243 mâles et 165 femelles) dont 70 Brahmans du Texas (48 mâles et 30 femelles) ;

Chose curieuse, alors qu'une race laitière est rapidement apparue en milieu autochtone, toutes les tentatives faites en vue de la production de la viande ont échoué ; jusqu'à présent les seuls résultats obtenus en

la matière, l'ont été dans les stations expérimentales du Service de l'Elevage.

Au centre de recherches zootechniques de Kianjasoa, la race amélioratrice utilisée en premier lieu fut la race Limousine.

Quatorze animaux (8 mâles et 6 femelles) furent importés de 1929 à 1935 ; le troupeau entretenu en stabulation permanente a produit 25 mâles et 20 femelles, dont la moitié succomba avant l'âge de cinq ans de babesiellose, tuberculose ou streptothricose.

Les taureaux furent utilisés pour la saillie en main sur des vaches zébu. L'effectif de métis Limousin Zébu plafonna en 1940 à 550 dont 343 mâles et 207 femelles.

Dès la première génération, les produits issus de ce croisement se distinguent des zébus par une précocité très marquée, surtout à partir du sevrage.

Un lot de castrés Limousin  $\times$  Zébu, vendus en 1936 à l'âge de 4 ans pesaient 486 kilos.

Les défauts de conformation du zébu : rein court, croupe oblique, cuisse peu descendue, étaient corrigés chez les métis de 1<sup>e</sup> génération.

Les taureaux limousins cependant se révélèrent impropres à la saillie en liberté au pâturage ; et la saillie en main se révéla dangereuse tant pour les animaux que pour les bouviers.

De plus, les métis Limousin  $\times$  Zébu se sont montrés insuffisamment résistants à certaines endémies et en particulier à la streptothricose, responsable de 310 mortalités en 1943 et d'un nombre sensiblement égal en 1944 du fait du manque de produits de détiqage. Les maladies à hématozoaires : anaplasmose et babesiellose, sévissent de façon courante sur les métis Limousin  $\times$  Zébu, malgré le passage régulier de ces animaux au bain détiqueur.

Dispersés en brousse, ces animaux disparaissent sans laisser de traces visibles. Les 107 taurillons cédés au cours de l'année 1947 étaient tous morts en 1949 dès le mois de mars.

Aussi, dès 1945, fut il décidé de tenter d'autres croisements avec des races bovines importées d'Afrique du Sud, vivant sous des latitudes voisines. C'est ainsi que furent introduits des reproducteurs appartenant aux races suivantes Jersey Aberdeen-Angus, Afrikander, Ayrshire, Red Poll, Shorthorn, et Friesland. Seuls les taureaux Afrikander ont laissé une descendance et ont pu, ainsi que leurs métis, être entretenus sur des parcours d'élevage extensif, exactement dans les mêmes conditions que les zébus.

Le gain de poids et la précocité pour les métis Afrikander  $\times$  Zébu, sont du même ordre que pour le croisement Limousin  $\times$  Zébu. Ils se sont révélés suffisamment rustiques ; mais la qualité de leur chair a donné lieu à quelques réserves, émanant surtout des représentants de l'in-

dustrie des viandes. Par ailleurs, des animaux sont efflanqués, plats, et leur cornage encombrant et dangereux n'a jamais plu aux éleveurs indigènes. L'idée de corriger ces défauts par un apport de sang limousin et la recherche de la meilleure utilisation des vaches Limousin  $\times$  Zébu de 2<sup>me</sup> génération, ont abouti à la création d'un métis Afrikander  $\times$  Limousin  $\times$  Zébu, dit « métis trois races », à la naissance duquel le hasard n'est peut être pas tout à fait étranger, ainsi qu'on le verra plus loin.

Nous mentionnerons enfin, l'importation en 1955 et 1956 de reproducteurs Brahman. L'étude du comportement de ce bétail et des métis obtenus avec les zébus, s'effectue au Centre de Recherches zootechniques de Kianjasoa (parallèlement à celle de la race Afrikander  $\times$  Limousin  $\times$  Zébu), celui de Miadana (Majunga) ainsi que dans les centres pépinières de Bepeha (Betroka) et du Babaomby (Diego-Sua-rez).

Le croisement Brahman  $\times$  Zébu n'en est encore qu'à ses débuts, et si les premiers résultats semblent particulièrement prometteurs, il est encore prématuré de conclure.

#### BÉTAIL AFRIKANDER $\times$ LIMOUSIN $\times$ ZÉBU.

Il faut souligner tout d'abord, que les premiers animaux de cette formule sont nés en 1949 par hasard, et sont la conséquence de quelques incursions, non désirées, de taureaux Afrikander dans les troupeaux de génisses Limousin  $\times$  Zébu de 2<sup>e</sup> génération, où ils firent la loi pendant leur court séjour. C'est ainsi que quelques métis Afrikander  $\times$  Limousin  $\times$  Zébu, nullement recherchés, apparurent dans les troupeaux ; mais leur comportement fut tel que ce croisement fut systématiquement entrepris par la suite et basé sur les considérations génétiques suivantes : demander à la race Limousine d'apporter sa conformation et la qualité de sa chair, à la race Afrikander sa masse, sa haute capacité d'assimiler la cellulose, et sa résistance aux circumfusa défavorables, à la race Zébu, sa parfaite adaptation au milieu (en particulier aux sub-carences minérales) et aussi la qualité reconnue de sa chair.

Les formules théoriques d'obtention de ces animaux sont les suivantes :

*Formule I :*

Taureau Limousin  $\times$  Vache Zébu

$$\frac{L}{2} + \frac{Z}{2} = R1$$

Taureau Limousin  $\times$  Vache R1

$$\frac{L}{2} = \left( \frac{L}{4} + \frac{Z}{4} \right) = R2$$

Taureau Afrikander  $\times$  Vache R2

$$\frac{AF}{2} \left( \frac{L}{4} + \frac{L}{8} + \frac{Z}{8} \right) = R3$$

Si l'on considère l'Afrikander comme un Zébu, la formule de la race R3 peut se simplifier et devenir :

$$R3 = \frac{6}{8} L + \frac{3}{8} Z$$

*Formule II :*

Comme dans la formule I, la base est le croisement Limousin  $\times$  Zébu qui donne des produits R1 ; puis interviennent : en premier lieu un taureau Afrikander, en deuxième lieu un taureau Limousin et en troisième lieu un taureau Afrikander.

Taureau Afrikander  $\times$  Vache R1

$$\frac{AF}{2} + \left( \frac{L}{4} + \frac{Z}{4} \right) = R'2$$

Taureau Limousin  $\times$  Vache R'2

$$\frac{L}{2} + \left( \frac{AF}{4} + \frac{L}{8} + \frac{Z}{8} \right) = R'3$$

Taureau Afrikander  $\times$  Vache R'3

$$\frac{AF}{2} \left( \frac{L}{4} + \frac{AF}{8} + \frac{L}{16} + \frac{Z}{16} \right) = R'4$$

Si l'on considère toujours l'Afrikander comme un Zébu la formule R4 se simplifie ainsi :

$$R4 = \frac{11}{16} \text{ Zébu} + \frac{5}{16} \text{ Limousin}$$

Le R4 est donc approximativement analogue au produit R3 de la formule I.

*Formule III*

Ici, la base n'est plus le croisement Limousin  $\times$  Zébu mais le croisement Afrikander  $\times$  Zébu.

Taureau Afrikander  $\times$  Vache Zébu

$$\frac{AF}{2} + \frac{Z}{2} = R'1$$

Taureau Afrikander  $\times$  Vache R''1

$$\frac{AF}{2} + \left( \frac{AF}{4} + \frac{Z}{4} \right) = R''2$$

Taureau (3/4 Limousin  $\times$  Zébu)  $\times$  Vache R''2

$$(3/4 \text{ Afrikander} \times \text{Zébu}) \times \left( \frac{L}{4} + \frac{L}{8} + \frac{Z}{8} \right) \left( \frac{AF}{4} + \frac{AF}{8} + \frac{Z}{8} \right) = R''3$$

En considérant toujours l'Afrikander comme un Zébu la formule R''3 se simplifie en : 5/8 Zébu 3/8 Limousin.

Le R'4, le R''3 équivalent donc à peu de chose près au R3 de la formule I.

Les premiers animaux, nés par hasard, correspondent à la Formule I soit R3. En admettant que l'Afrikander (ce qui n'est pas tout à fait exact) est un Zébu, on peut écrire :

R3 = 5/8 de sang Zébu + 3/8 de sang taurin, soit exactement l'inverse de la race Santa Gertrudis obtenue au fameux King Ranch (Texas).

Les formules II et III aboutissent sensiblement au même résultat. On note seulement un peu moins de sang Limousin dans la formule II : (5/16 au lieu de 3/8), la même quantité dans la formule III (3/8) ; mais avec un peu plus de sang Zébu malgache (2/8 contre 1/8). le reste étant du sang Afrikander.

Les métis ainsi obtenus se sont montrés au moins égaux aux métis Afrikander  $\times$  Zébu.

Ces animaux sont eumétriques et médiolignes. La tête est sèche, rectiligne, avec des arcades sourcilières saillantes. Le mufle et les mâchoires sont développés. Le corps est compact, de bonne longueur, l'avant-train est massif, le dessus droit et large, la croupe légèrement oblique, la cuisse globuleuse plus descendue que chez le Zébu.

Chez les animaux en bon état, la racine de la queue est noyée dans la masse musculaire de la croupe.

Une bosse peu développée se situe en avant du garrot et se fond progressivement dans l'encolure qui est courte.

Les membres sont forts, les articulations massives et sèches.

La robe dominante est rouge, plus claire que celle de l'Afrikander ; on trouve également des animaux de robe froment, noire ou pie.

La peau, de texture serrée est plus épaisse que celle du Zébu malgache et porte un poil fin et brillant assez dru.

Le cornage est très développé et tient de ceux des races constitutives. Les cornes partent d'un chignon saillant et large et se développent perpendiculairement au plan sagittal de la tête ; elles se relèvent en-



suite et peuvent se diriger en avant ou en arrière. Leur matière, comme celle des onglons, est blonde, ainsi que les muqueuses apparentes.

Le fanon est bien développé ; il part de la région gutturale et s'insère à la partie inféro-médiane de l'inter ars. Chez les femelles, un repli ombilical est de règle.

### CONFORMATION

L'étude de la conformation des métis Afrikander  $\times$  Limousin  $\times$  Zébu a été amorcée par l'abattage de quatre animaux.

Les rendements constatés furent les suivants :

#### 1°) *Animal adulte* :

Bœuf de 3 ans 1/2, élevé au pâturage et abattu le 12 Mai 1952 en fin de saison des pluies :

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| Poids avant abattage         | 500 Kilos |
| Poids de la carcasse ressuée | 272 —     |
| Rendement                    | 54,20 %   |

#### 2°) *Animaux de 18 mois*, engraisés à l'étable :

##### 1) Taurillon N° 918

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| Poids avant abattage         | 350 Kilos |
| Poids de la carcasse ressuée | 220 —     |
| Rendement                    | 61,11 %   |

##### b) Bouvillon N° 899

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| Poids avant abattage         | 275 Kilos |
| Poids de la carcasse ressuée | 162 —     |
| Rendement                    | 58,72 %   |

##### c) Génisse 891

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| Poids avant abattage         | 255 Kilos |
| Poids de la carcasse ressuée | 161       |
| Rendement                    | 63,13 %   |

### EXPÉRIENCES DE DÉGUSTATION

A l'occasion de l'expérience d'abattage du 12 Mai 1952, dix-huit personnes furent invitées à donner leur appréciation sur la valeur de la viande (tendreté et saveur).

De l'ensemble des réponses il est ressorti que :

1°) La viande est à grosses fibres, elle manque de persillé et est plus dure que la viande des métis Limousin  $\times$  Zébu.

2°) Cette viande manque de saveur.

Une expérience plus sérieuse a été faite lors de l'abattage de 1956, en prenant l'avis de 67 dégustateurs auxquels on avait demandé d'indiquer le mode de préparation, la date de la dégustation et de noter la tendreté et la saveur suivant un barème déterminé. Le dépouillement des fiches a donné les indications suivantes :

Dégustation effectuée après une maturation de 2 à 5 jours (viande conservée dans un frigidaire de ménage), viande consommée principalement grillée.

La tendreté a été cotée entre : tendre et très tendre et la sapidité : bonne.

En résumé, si la chair de ces animaux n'atteignait pas les sommets gastronomiques, elle était de bonne ou de très bonne qualité.

Il faut noter que la viande n'était pas persillée, encore la tendreté n'est elle pas nécessairement liée à ce caractère.

Étant donné l'importance accordée localement à la qualité de la viande, même par les indigènes, il apparaît indispensable d'inclure à l'avenir une note de dégustation dans les épreuves de « progeny-test » pour ajouter au poids, au rendement et à la conformation, la qualité de la viande.

#### TAUX DE FÉCONDITÉ, ÉPOQUE DES NAISSANCES

Le taux de fécondité est satisfaisant pendant la période comprise entre le 1<sup>er</sup> août 1956 et le 1<sup>er</sup> Août 1957 ; 84 vaches Afrikander × Limousin × Zébu ont donné naissance à 63 produits, soit un taux de fécondité de 75 %.

A Kianjasoa, la répartition des naissances selon les mois, avec permanence du taureau dans le troupeau, est en rapport avec la pluviométrie, mais avec un certain décalage.

Le taux de fécondité des femelles atteint son maximum durant les 4 mois au cours desquels tombe la plus grande quantité d'eau (Décembre, Janvier, Février, Mars : 80,59 %) puisque le maximum des naissances est constaté pendant les mois de Octobre, Novembre, Décembre et Janvier (54,47 %) soit avec un décalage de 9 à 10 mois, correspondant à la durée de la gestation.

L'expérience a prouvé cependant que les meilleurs résultats sont obtenus avec des veaux dont la naissance se situe entre Septembre et Décembre. Les raisons en sont les suivantes :

a) Les jeunes se développent mieux au cours de cette période qui correspond à la pousse de l'herbe. Ils sont mieux armés pour résister d'une part aux pluies fortes et persistantes de Janvier (qui entraînent

chez les nouveaux nés une chute généralisée des poils, le dépérissement et bien souvent la mort) et, d'autre part, à la période de disette alimentaire qui commence en Juillet. La plupart sont à cette époque en excellent état, certains même gras à pleine peau.

En outre du point de vue parasitaire, ces jeunes animaux traversent la deuxième période de pullulation des parasites, des ixodes en particulier (Janvier, Février) à un âge où ils sont particulièrement aptes à se prémunir contre les maladies à hématozoaires.

b) Les mères sont assurées de bénéficier, pendant six mois au moins, d'un pâturage abondant et nutritif ; elles supportent ainsi sans inconvénients la période difficile de la lactation.

c) Au début de la saison sèche, les mères sont gravides et bénéficient du métabolisme particulier à cet état, tandis que leurs produits trouvent déjà au pâturage la majeure partie de leurs besoins nutritifs. Dans ces conditions, il est possible d'obtenir en élevage extensif, sur de nombreuses vaches, des séries de vêlages ininterrompus pendant 4 et 5 ans, parfois même plus longtemps. Ceci est particulièrement observé chez les éleveurs Bara qui maintiennent les veaux aux abords du village jusqu'au sevrage, dont les troupeaux grouillants sont caractérisés par leur homogénéité, leur familiarité, et leur nombre sensiblement égal à celui des vaches adultes.

Par contre, lorsque les naissances sont plus tardives surtout à partir de Février, on remarque que :

a) A quelques exceptions près, les jeunes supportent mal la fin de la saison des pluies, ils sont la proie des parasites et arrivent à la saison sèche en mauvaise condition, incapables physiologiquement de digérer la cellulose. Ils se nourrissent exclusivement du lait maternel ; mais à cette époque les mères n'en ont pas en quantité suffisante. Si certains produits ont une croissance normale, la plupart deviennent misérables et sans productivité.

b) Les mères sont rapidement épuisées par la lactation et la mauvaise qualité du pâturage, qui n'offre plus que des herbes desséchées pauvres en protéines. Pendant la saison sèche, des pertes de poids spectaculaires, de l'ordre de 25 à 30 %, sont observées chez ces vaches ; et c'est alors qu'apparaissent la tuberculose et les affections parasitaires. Certaines mères meurent de misère physiologique et quand elles survivent, elles restent le plus souvent stériles pendant un an ou deux.

En conclusion, la meilleure époque pour la reproduction dans la région de Kianjasoa, comme du reste dans la plus grande partie de Madagascar, se situe entre le 15 Décembre et le 15 Mars, les mises bas s'étalant du 15 Septembre à fin Décembre. Actuellement ces données sont rigoureusement appliquées dans les centres de recherches,

et les taureaux ne sont mis dans les troupeaux que du 15 Décembre au 15 Mars. Cette pratique semble en outre donner un taux de fécondité des femelles nettement supérieur.

#### REPRODUCTION DES PRODUITS

La sélection d'un métis hétérozygote, au moins pour les premières générations, ne peut se faire que sur les caractères de productivité. Taussig a dit : « La génétique connaît certainement des facteurs héréditaires liés sous n'importe quelle forme ; toutefois, la plupart des gènes se transmettent indépendamment les uns des autres, ou du moins on n'a jamais jusqu'ici établi aucun lien entre eux. On peut aussi admettre que dans une sélection basée sur certains caractères que l'on désire transmettre, les gènes liés à ces caractères sont automatiquement transmis avec eux. Cela signifie que l'on peut sélectionner purement les facteurs importants pour le sélectionneur, indépendamment de tous les autres caractères de l'animal.

Dans le cas qui nous intéresse, les caractères qui nous semblent importants sont les suivants :

Pour l'ensemble des animaux :

Le taux de gain en poids et le format,

La conformation pour la boucherie, le rendement et la qualité de la viande,

La rusticité et particulièrement un grand pouvoir assimilateur de cellulose allié à la mobilité,

La fécondité.

En ce qui concerne plus spécialement les femelles :

Tous les phénotypes satisfaisants et qui s'avèreront à l'usage suffisamment laitiers et féconds seront conservés,

La sélection des mâles se fera selon le phénotype et sera contrôlée et précisée par « progeny-test »,

La sélection massale se fait en cours d'année à l'occasion des pesées. Les mutants inférieurs sont écartés ainsi que les animaux supportant mal la saison sèche et semblant sensibles aux maladies.

Des expériences entreprises aux U.S.A. (Station Fédérale de Miles City) ont établi que, dans une race pure (Hereford), les pourcentages d'hérédité de certains caractères par rapport au père, étaient les suivants :

|                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| Poids à la naissance                         | 0,55 % |
| Poids au sevrage                             | 0,28 % |
| Poids à 15 mois                              | 0,86 % |
| Taux de gain sur la nourriture               | 0,65 % |
| Surface de la coupe du muscle dorso-lombaire | 0,08 % |

Les Afrikander  $\times$  Limousin  $\times$  Zébu sont, de par leur formule génétique, hétérozygotes pour de nombreux caractères et ce n'est que par l'emploi en consanguinité et en lignée des animaux les moins hétérozygotes pour les qualités économiques recherchées que l'on parviendra à fixer une race valable.

On est encouragé dans cette voie par les observations de KLEBERG Junior, qui, présentant la race Santa Gertrudis aux éleveurs australiens, s'exprimait ainsi :

« Nous sélectionnâmes les meilleures génisses de 1<sup>e</sup> génération et les fîmes reproduire avec les meilleurs taurillons de la même génération, en évitant de croiser des animaux parents.

« Par sélection nous recherchâmes des taurillons de couleur rouge, supérieurs à ceux de 1<sup>e</sup> génération.

« Il fallut plusieurs années pour mettre en évidence Monkey, et jusqu'à ce que cela fût fait, les progrès furent très lents.

« Non seulement Monkey était le meilleur individu connu de la race ; mais encore ses produits des deux sexes se révélèrent les meilleurs comme animaux d'élevage et de boucherie ».

La suite ne fut que la reproduction en consanguinité et en lignée de la descendance de Monkey, en passant par le taureau Santa Gertrudis.

Il faut cependant ajouter que la race Santa Gertrudis ne semble pas absolument fixée, et que son entretien sur des pâturages moins riches que ceux du King Ranch ne donnent pas toutes les satisfactions que l'on pourrait en attendre, d'après ses créateurs.

#### PROGENY-TEST

Le principe de « l'épreuve de la descendance » ou « progeny test » est de prendre parmi les produits des différents taureaux, issus de mères d'une valeur sensiblement équivalente, des lots de 5 à 8 veaux qui sont nourris au parc de façon intensive, pour leur permettre d'extérioriser leurs potentialités de croissance, et par suite leur aptitude pour la boucherie. L'alimentation qui leur est distribuée doit être non seulement aussi économique que possible, mais doit encore pouvoir être assurée dans les mêmes conditions au cours des années successives.

Les demi-frères des animaux du meilleur lot sont à leur tour testés, et utilisés comme taureaux raceurs, si leurs produits sont supérieurs à ceux de leur père, et ils le sont aussi longtemps que l'on n'a pas obtenu un animal produisant une meilleure descendance. Cette étroite consanguinité suppose une surveillance attentive des troupeaux, du point de vue rusticité surtout. On aboutira ainsi rapidement à une homozygotie des troupeaux de sélection pour les caractères économiques recherchés.



Dans la pratique, le dispositif initial du « progeny-test » a été mis en place à Kianjasoa en Juillet 1957.

Les animaux reçoivent en saison sèche une ration à base de foin de soja, de paille de riz, de manioc frais, de provende tarée à l'U.F. et à 107 grammes de protéines digestibles.

En saison des pluies la ration est à base de la même provende, de manioc frais et d'elephant grass.

Les animaux sont pesés tous les 26 jours.

Au cours de la période s'étendant du 1<sup>er</sup> Juillet au 16 Décembre 1957, un lot de métis Afrikander × Limousin × Zébu âgés de 7 mois le 1<sup>er</sup> Juillet est passé du poids moyen de 170 kilos à celui de 200 kilos au 16 Décembre, soit un gain individuel moyen de 677 grammes par tête et par jour et une consommation de 7,08 U.F. par Kilogramme de croît.

Un lot de Zébus malgaches du même âge et placé dans les mêmes conditions est passé de 134 à 199 kilos, soit un gain de 386 grammes par jour pour une consommation de 9,47 U.F. par Kilogramme de croît.

On voit la supériorité très nette de la nouvelle race ; mais il reste à trouver le taureau qui sera notre Monkey. L'avenir en pays tropical ou subtropical est aussi fonction de tant de choses...

### Conclusion

Pour terminer enfin cet exposé à la fois trop long et en même temps très incomplet, je voudrais dire encore que nos problèmes qui sont sans doute les vôtres, ne pourront être résolus que par une éducation parfaite de l'élément indigène, et par un dévouement absolu de tous les techniciens intéressés. C'est donc un problème humain que nous avons d'abord à résoudre au mieux de l'intérêt général. Le pourrions-nous ?

Qu'il me soit permis de rendre hommage ici à mes confrères de Madagascar qui ont été pour moi des collaborateurs de choix quand j'étais leur Chef de Service et plus spécialement METZGER et BÜCK qui m'ont envoyé des documents de grande valeur, dans lesquels j'ai puisé largement et quelque peu plagiés. Ma gratitude ira aussi à l'Inspecteur Général LALANNE qui fut mon successeur immédiat, trop tôt disparu hélas, et dont les travaux m'ont aidé dans la rédaction de ce travail.

---

## RÉSUMÉ

Dans la première partie de son rapport, l'auteur passe en revue les diverses spéculations zootechniques de l'île de Madagascar.

a) Le zébu malgache (celui des Indes) est utilisé comme animal de trait pour le piétinage des terrains de rizières et pour le labour.

Les rendements laitiers sont faibles, ce qui est la conséquence d'une alimentation peu rationnelle et souvent insuffisante ; par contre, le taux butyreux du lait est très élevé. Ce bétail montre des aptitudes viandeuses excellentes.

b) L'élevage du porc a été longtemps menacé par les mortalités massives dues à la maladie de Teschen (méningoencéphalomyélite à virus).

Depuis quelques années, les campagnes de vaccination sont venues pratiquement à bout de la maladie. Le porc malgache est souvent sous robe noire et est issu du porc ibérique et du porc d'extrême orient. Les autres races européennes ont également été introduites.

c) L'élevage du mouton se pratique dans le Sud et sur les hauts plateaux ; le mouton malgache se rapproche du type persan et est l'animal de boucherie familial.

d) Les chèvres se rencontrent sur la côte Ouest et Nord-Ouest, mais sont surtout nombreuses dans le Sud. Elles présentent une robe pie noire, pie rouge ou brune. La chèvre Angora est exploitée pour le mohair.

e) Pour les chevaux et les ânes, l'élevage est très limité.

f) L'élevage avicole a pris un essor considérable.

La deuxième partie du rapport est consacrée à l'amélioration du cheptel ; surtout le zébu qui pèche par sa conformation, son poids et son manque de précocité.

Les croisements avec la race Limousine ont été très heureux ; les meilleurs résultats sont obtenus avec les veaux dont la naissance se situe entre septembre et décembre, période qui correspond à la poussée de l'herbe.

Enfin, la méthode du « progeny-test » a été adoptée.

---

### Animal husbandry in Madagascar

## SUMMARY

In the first part of his report, the author reviews the various aspects of animal husbandry in Madagascar.

a) The zebu (Indian bull) is used as draught-animal for the trampling of paddy fields and for tillage.

Milk production is low, as a result of unbalanced and in many cases insufficient feeding, but on the other hand, the fat content is very high. This cattle has excellent aptitudes for meat production.

b) Pig breeding was long threatened with large-scale mortality caused by the Teschen-disease (a virus meningoencephalomyelitis).

In the last few years, the disease has been practically wiped out by means of extensive inoculation.

The local pig breed is often black and originates from the Iberian and the Far-Eastern breeds. Other European breeds have also been introduced.

c) Sheep-farming takes place in the South and on the high table-lands ; the breed is close to the persian type. Sheep is the family meat provider.

d) Goats are found on the West and North West Coast ; they are particularly numerous in the South. They have black and white, red and white or brown and white coats. Angora goats are kept for mohair production.

e) Horse- and ass-breeding is of very limited importance.

f) Poultry farming has extended considerably.

The second part of this report is concerned with live-stock improvement, especially the zebu which is inferior as regards conformation, weight and lack of prematurity.

Crossings with the Limousine breed have been very successful ; the best results are obtained with calves born between september and december, when grass is abundant.

Finally, the progeny-test technique has been adopted.

### Viehzucht in Madagascar

#### ZUSAMMENFASSUNG

Im ersten Teil seines Berichtes zählt der Verfasser die verschiedenen Möglichkeiten der Tierzucht auf der Insel Madagascar auf.

a) Das Madagascar-Zebu (wie das indische) wird als Zugtier zum Einebnen der Reisfelder und als Arbeitstier benutzt. Der Milchertrag ist gering, was auf eine wenig rationelle und oft ungenügende Fütterung zurückzuführen ist ; dagegen ist der Butterfettgehalt der Milch sehr hoch. Das Tier hat ausgezeichnete Fleischqualität.

b) Die Schweinezucht ist lange durch Massensterben bedroht gewesen, und zwar durch die Teschenkrankheit.

Seit einigen Jahren wurde diese Krankheit durch Impfungsaktionen praktisch ausgelöscht. Das Madagascar-Schwein ist oft schwarz und ein Ergebnis der iberischen und der fernöstlichen Rassen. Die anderen, europäischen Rassen sind ebenfalls eingeführt worden.

c) Schafzucht wird im Süden betrieben und auf den Hochebenen. Das Madagascar-Schaf ist dem persischen Typ ähnlich und dient zur Fleischversorgung der Besitzer.

d) Ziegen gibt es an der West- und Nordwestküste, aber man findet sie besonders häufig im Süden. Sie haben ein schwarz-, rot- oder braungeschektes Fell. Die Angoraziege wird zur Mohär-Gewinnung verwertet.

e) Die Zucht von Pferden und Eseln ist sehr unbedeutend.

f) Die Geflügelzucht hat einen bedeutenden Platz eingenommen.

Der zweite Teil des Berichtes befasst sich mit der Verbesserung des Pachtviehbestandes. Besonders mit dem Zebu, dessen Bau, Gewicht und Entwicklung zu wünschen übrig lassen.

Kreuzungen mit der Rasse Limousine sind sehr gut ausgefallen. Die besten Ergebnisse hat man mit Kälbern erzielt, die zwischen September und Dezember geboren werden, eine Zeit, in der das Gras spriest.

Schliesslich wurde die Methode der Nachkommenschaftprüfung (progeny-test) angewandt.

# La spéculation laitière au Katanga

par M. JOTTRAND

*Ingénieur agronome, Directeur de la Station de l'INÉAC de Keyberg, Élisabethville*

et R. HENRIOUL

*Ingénieur agronome au Comité Spécial du Katanga, Élisabethville*

## Avant-propos

La spéculation laitière est l'une des activités agricoles qui posent peut-être les problèmes les plus variés aux zootechniciens et économistes ruraux du Katanga :

- problèmes d'adaptation des méthodes d'élevage aux conditions tellement variées des différents milieux de cette province ;
- problèmes de valorisation et de commercialisation de la production.

Notre travail ne peut donc prétendre être complet, car il est matériellement impossible, dans le cadre d'un exposé général, de développer, d'une manière approfondie, tous les aspects de ces problèmes.

Il n'est pas entièrement original, non plus, car, nos occupations professionnelles ayant assez fortement limité le temps que nous pouvions consacrer à des études personnelles approfondies, nous avons été amenés à devoir faire de large emprunts à divers auteurs et rapports qui avaient traité des questions particulières.

Nous espérons toutefois avoir pu dégager l'essentiel des problèmes posés et établir une sorte de synthèse de ce qui a été fait au Katanga en vue de mieux connaître le comportement du bétail laitier.

Après avoir défini les conditions des différents milieux dans lesquels se situe la spéculation, nous verrons le comportement du bétail laitier dans ces milieux et comment les méthodes d'élevage y sont adaptées.

Technique et économie vont de pair. Aussi, avons-nous jugé opportun de consacrer un chapitre spécial dans lequel seront évoqués les différents aspects économiques de la spéculation :

- économie de la production proprement dite,
- économie de la valorisation et de la commercialisation de celle-ci.

Quelques considérations relatives à la conjoncture économique actuelle de la spéculation, ainsi qu'à ses perspectives d'avenir, constitueront la conclusion de ce travail.

CHAPITRE I — **Généralités** (Le Milieu)

## SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le Katanga est situé grosso modo entre les 5<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> degrés de latitude Sud d'une part, et entre les 22<sup>e</sup> et 31<sup>e</sup> degrés de longitude Est d'autre part.

Sa superficie est d'environ 500.000 Km<sup>2</sup>.

Il forme un vaste plateau, découpé de vallées fluviales, qui s'affaisse en de grandes plaines souvent marécageuses (Kamolondo, lacs Upemba et Kisale, Lufira, Moëro) ou s'exhausse dans le sud en de larges lambeaux tabulaires.

L'altitude du plateau de base varie de 800 à 1000 m, celle des plateaux dominants entre 1400 et 1800 m (Biano-Kundelungu, Marungu...) et certains massifs présentent des crêtes atteignant 2200 m, voire 2500 en certains endroits (ligne de crête de Marungu).

## CLIMATOLOGIE

Le climat du Katanga montre toutes les caractéristiques d'un climat tropical.

On y observe une longue saison sèche suivie d'une courte période pluvieuse.

Du nord au sud, la saison sèche s'allonge de 4-5 mois à 6-7 mois.

L'intensité des chutes de pluie varie énormément d'une région à l'autre suivant la latitude et l'altitude et peut aller de 6-800 (Kiubo) à 1600 mm par an (Kaniama).

De grandes variations de température sont enregistrées localement résultant surtout de l'altitude et de l'exposition. L'amplitude journalière montre des écarts fort sensibles.

Des températures inférieures à 0°C sont régulièrement constatées dans le Haut Katanga. A la Station de Keyberg par ex, il n'est pas rare en juin de noter des extrêmes de —5°C.

De Juin à Octobre, il règne presque toujours un vent extrêmement desséchant.

## SOLS.

Les sols du Katanga appartiennent principalement :

- au groupe des ferralsols sur roches non différenciées,
- au groupe des ferralsols, régo-ferrals et hydro-kaolisols sur roches non différenciées,
- au groupe des régo-ferrals sur sables kalahari.

On trouve également quelques sols récents, terres et argiles noires tropicales.



## VÉGÉTATION

Nous trouvons deux zones :

- 1) *la zone guinéenne* : définie par le district du Bas Katanga, partie basse de la Province.

La grande partie des vallées peu marécageuses est couverte de forêts denses de type équatorial qui peuvent également déborder sur les terres de plateau.

La disparition de ces forêts amène généralement le développement d'une haute savane graminéenne où l'on peut trouver quelques arbustes et arbres rabougris.

- 2) *la zone soudano-zambésienne* qui compte deux districts :

- a) le district katangais-rhodésien : dans la partie orientale des Haut et Moyen Katanga.

- b) le district kwango-angolais, à l'ouest de Kolwezi, dans la zone des sables kalahariens.

La forêt tropophile claire à *Brachystegia* confère aux plateaux de moyenne altitude un caractère phytogéographique typique tandis que les savanes à herbes courtes et xérophytes qui occupent les hauts plateaux balayés par les vents violents affirment la rudesse accrue du climat (E. BERNARD).

En principe, c'est la végétation naturelle ou le pâturage artificiel qui devraient former la base de l'alimentation du bétail laitier.

La première se retrouve dans les savanes steppiques (Kundelungus, Bianos, Manika) ou plus ou moins arborées (forêt claire du Katanga...). Au Katanga, nous trouvons différents types de savanes :

- la savane guinéenne (au nord d'une ligne théorique Sandoa-Bukama-Baudouinvillie) où l'on remarque les graminées suivantes : *Pennisetum purpureum*, *Sorghum arundinaceum*, *Andropogon* sp...
- la Savane Soudano-Zambésienne (au Sud de la zone précédente où l'on trouve des graminées du groupe *Hyparrhenia* et *Andropogon*.
- la Savane d'altitude (Kungelungus, Kibara...) caractérisée par *Themeda triandra*, *Digitaria abyssinica*, *Pennisetum clandestinum*.

Disons déjà que la plupart des auteurs reconnaissent à cette végétation naturelle, une valeur relativement faible.

« La végétation naturelle des savanes congolaises, écrit J. GILLAIN, ne peut nourrir rationnellement le bétail que durant la saison des pluies.

« Au Katanga, écrivent THURIAUX ET LEENAERTS, les pâturages sont généralement pauvres, souvent même très pauvres, et une bête placée dans de telles conditions dépense, pour se procurer de la nourriture,

une énergie parfois considérable. Celle-ci doit être déduite de l'apport nutritif provenant de la pâture. Les jeunes herbes, au début de la saison des pluies, sont relativement riches en matières digestibles totales, spécialement en protéines ; à mesure que ces plantes croissent, leur richesse décroît, pour devenir très faible lorsque l'herbe commence à durcir. Dans les cas moins favorables, il est vraisemblable que le bétail ne trouvera pas de quoi compenser les dépenses d'énergie effectuées en paissant. D'où la nécessité de fournir au bétail :

- pendant la majeure partie de l'année, un supplément de fourrage vert : foin, ensilage, racines, pour compenser l'insuffisance de la matière fraîche que les bêtes peuvent se procurer dans les pâturages,
- pendant toute l'année, un supplément d'aliments concentrés bien calculé.

Les pâturages artificiels également, outre qu'ils sont très onéreux à établir, ne peuvent être qu'un appoint pour l'alimentation de base des vaches laitières dans la majeure partie du Katanga.

Nous reviendrons sur cette question de l'affouragement de base du bétail laitier dans le chapitre traitant de l'alimentation.

#### LE MILIEU HUMAIN

##### a. *Les fermiers*

Actuellement au Katanga, l'élevage bovin laitier est l'apanage principalement de la petite colonisation et s'est développé sous forme d'élevage intensif mixte lait-viande ou beurre-viande.

Les grosses sociétés et les éleveurs indigènes ne se sont pour ainsi dire pas jusqu'à présent intéressés à ce genre de production.

Depuis le début de l'installation des fermes, ce sont d'anciens agents de sociétés ou des fonctionnaires (pensionnés ou non) qui ont formé la majorité des fermiers.

C'est cependant une erreur de croire que le métier de fermier peut ainsi s'improviser : il faut au contraire que les hommes qui assurent la gestion et la responsabilité des entreprises agricoles soient capables et préparés à leur rôle, dynamiques, entreprenants, à même de supporter des échecs et de recommencer autant de fois que nécessaire jusqu'au succès final.

Jusqu'à ces dernières années, c'est à cette conception qu'est due l'instabilité ou le manque de continuité d'action de beaucoup d'entreprises agricoles du Katanga.

Dans les derniers temps, quelques jeunes fermiers se sont installés et l'on a pu constater une amélioration et une modernisation des méthodes de travail.

Les fermiers du Katanga ont encore une grande faiblesse : le manque d'organisation commerciale de leurs entreprises. L'intérêt personnel prévaut bien souvent encore avec tous les inconvénients de cette conception. Il est crucial aujourd'hui que les producteurs de lait soient pénétrés de la nécessité de la coopération : c'est leur seule chance de survivre dans les conditions difficiles qui s'annoncent.



Vaches demi-sang Jersey  $\times$  Red Sindhi.

#### b. *Main-d'œuvre*

Le problème de la main-d'œuvre a de tout temps été vital pour les exploitations agricoles du Katanga. Ces dernières nécessitent l'existence d'une main-d'œuvre suffisante, apte physiquement et professionnellement et, surtout, stable.

Or, en général, l'élite des travailleurs autochtones ne se rencontre pas en agriculture et la rentabilité de cette main-d'œuvre est généralement faible.

Cependant, d'excellents résultats ont pu néanmoins être obtenus quand la surveillance et l'éducation au travail se font avec régularité et pondération.

La nécessité de stabiliser la main-d'œuvre, afin d'en accroître la qualification professionnelle et, partant, le rendement, a été reconnue, et depuis 1953 cette stabilisation a fait de gros progrès.

En quelques années, le coût de la main-d'œuvre agricole a doublé et parfois même triplé. La rémunération globale des travailleurs com-

prend : le salaire, la ration, les allocations familiales, les gratifications, les congés payés, les cotisations pour pension, le logement, les soins médicaux et divers avantages (sociaux et culturels) consentis par les employeurs.

L'action sociale s'est répandue de plus en plus et se développe suivant les possibilités des fermiers.

Le coût d'une journée de travailleur agricole dans les fermes laitières va actuellement de 50 à 80 F par jour, suivant les régions et les exploitations.

## CHAPITRE II — Élevage bovin laitier

### HISTORIQUE

... Sans viande ou sans poisson frais, sans légumes et sans fruits, et sans lait, la santé des européens souffrira sous le meilleur des climats ... écrivait en 1909 le Général WANGERMÉE, alors Lt. Colonel, rapportant une déclaration du *Bulletin de colonisation comparée* (Rhodésie).

C'est pour répondre à ce besoin de vivres frais que la spéculation laitière fut introduite au Katanga, non sans mal.

Si des installations de bétail de boucherie virent le jour déjà en 1890, ce n'est seulement qu'après 1911 qu'un certain nombre de petites fermes suburbaines élevèrent des vaches laitières.

Et ce n'est même qu'à partir de 1923 que l'élevage laitier prit vraiment son essor. Le nombre de vaches laitières, autour d'Élisabethville, était estimé à cette époque à environ 400. Il est aujourd'hui de l'ordre de 2500.

Le C.S.K. a joué un rôle prépondérant dans le développement de l'élevage laitier dans la Province, grâce à son aide technique et financière aux fermiers éleveurs.

### RÉGIONS OÙ L'ÉLEVAGE LAITIER EST PRATiqué

Le nombre de vaches à caractère laitier se répartit actuellement dans la Province approximativement comme suit :

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Environs d'Élisabethville | 2459 |
| Environs de Jadotville    | 761  |
| Bianos                    | 558  |
| Environs de Kolwezi       | 446  |
| Environs des Marungus     | 299  |
| Haut Lomami               | 755  |
| Albertville               | 520  |

---

Total vaches laitières 5798

Total bétail laitier : ± 10.512

(Chiffres extraits des rapports annuels du C.S.K.)

## DESCRIPTION ET COMPORTEMENT DES RACES UTILISÉES

Dans leur « Communication sur les premiers résultats du contrôle laitier effectué dans les fermes autour d'Élisabethville » (Congrès C.S.K 1950) les Dr. MOLS et LENAERTS citent trois groupes distincts de bétail laitier :

- a) « Friesland » pur : constitué par des animaux importés d'Afrique du Sud sous les auspices, ou par le Comité Spécial du Katanga, et également par des organismes privés ;
- b) « Grade » : constitué par des vaches laitières importées du Sud ou par des génisses nées sur place et ayant déjà été fortement améliorées par de bons taureaux Friesland ;
- c) « Katentania » : issu de croisement de bétail dit « Katentania » à aptitude laitière marquée et de taureaux Friesland.

A ces trois rouses, il faut ajouter :

- d) quelques noyaux de bétail Jersey importés d'Afrique du Sud ;
- e) quelques troupeaux de bétail Brown Swiss (aux Marungus et à Kaniama) ;
- f) depuis peu, l'INÉAC a introduit un noyau de bétail Zébu à caractère laitier (Red Sindhi et Sahiwal), pur sang et croisé, en vue d'étudier les possibilités de ces animaux pour le milieu africain ;
- g) il y eut des introductions de races Ayrshire, Shorthorn, ... mais elles ont en fait disparu.

Pratiquement, aucune race laitière européenne ne pourrait subsister dans les conditions alimentaires du milieu naturel du Katanga sans risque de « dégénérer » très rapidement.

C'est un des motifs pour lesquels le développement et le maintien de noyaux purs ne pourra jamais qu'être limité, surtout dans les conditions économiques qui ont prévalu jusqu'à présent. Seuls des troupeaux tenus dans des conditions artificielles qui s'opposeront à celles défavorables de milieu et autres, peuvent contribuer, avec un rendement satisfaisant, au ravitaillement des populations. Cela n'a pas toujours été compris et l'erreur de base a été trop souvent de vouloir adapter un bétail, trop ou très spécialisé, à un milieu qui ne lui convenait pas.

A de multiples reprises, des polémiques se sont élevées au sujet des différentes races et de la supériorité de l'une par rapport aux autres.

Comme le déclarait l'un des participants au 5<sup>e</sup> Congrès International de Zootechnie (Paris, 1949) : dans chaque situation, « le type idéal de bétail laitier sera celui qui valorisera le mieux les productions alimentaires fournies par la ferme elle-même, et les capitaux engagés dans la spéculation ».



Il est donc difficile d'affirmer la supériorité d'une race par rapport à une ou plusieurs autres : tout dépend des conditions locales et du but poursuivi (lait entier frais, beurre,...).

Actuellement, c'est la race Friesland qui domine généralement. La Jersey semble être économiquement moins avantageuse, avec ses indices de consommation plus ou moins semblables à ceux de la Friesland, pour des rendements laitiers inférieurs.

Actuellement, dans les bonnes exploitations, les troupeaux laitiers du Katanga commencent à ressembler à ceux des élevages intensifs des pays à vocation pastorale ; le bétail comporte des animaux de bonne conformation et certaines femelles donnent plus de 3000 kg de lait par an.

Il y a évidemment certains fermiers qui n'ont qu'une idée approximative de l'organisation rationnelle d'un troupeau d'élevage laitier : chez ceux-là, on peut assister à une rapide déchéance d'un bétail pratiquement abandonné au milieu naturel.

#### QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS DU COMPORTEMENT DU BÉTAIL

##### a. *Fertilité-Fécondité*

D'après les rapports du Comité Spécial du Katanga, les pourcentages de vêlage, pour l'ensemble des fermes des régions sous contrôle, se sont présentés comme suit, en 1959 :

- région d'Élisabethville : 90,5 %.
- régions de Jadotville, Tenke, Lubudi : 93 %.

On remarque, suivant les étables, des taux de naissance de 50 à  $\pm 95$  %. En général, le pourcentage de fécondation est le plus élevé dans les fermes possédant du jeune bétail et dans celles où il règne très peu de brucellose.

Il arrive aussi fréquemment que des vaches mettent bas deux fois la même année : cela est dû au fait que les saillies se font librement, sans contrôle, les taureaux étant continuellement en liberté dans les troupeaux.

A la ferme H. DROOGMANS, pour l'ensemble du troupeau Friesland (vaches et génisses), le taux de naissances viables fut, en 1959, de 66,3 % (taux de gestation 93,7 %).

(Il n'a pas été tenu compte, pour l'établissement de ce taux de naissance, des animaux fécondés qui ont été vendus, abattus ou qui sont décédés avant vêlage, au cours de l'année. C'est ce qui explique la différence entre les deux pourcentages — taux de gestation et taux de naissance — en dehors du fait qu'il ait pu y avoir des avortements et des veaux morts-nés). Les pourcentages de veaux mâles et de veaux femelles ont été respectivement de 53,4 % et 46,7 %.

Suivant également les rapports du C.S.K., les *mises-bas* se répartirent comme suit, durant la même année 1959 :

|           | Région d'Élisabethville | Rég. de Jadotville-Tenke-Kolwezi |
|-----------|-------------------------|----------------------------------|
| Janvier   | 7,2                     | 8,8                              |
| Février   | 8                       | 8,8                              |
| Mars      | 8,7                     | 9,2                              |
| Avril     | 12,7                    | 9,4                              |
| Mai       | 9                       | 9,8                              |
| Juin      | 8,1                     | 8                                |
| Juillet   | 8,1                     | 6,2                              |
| Août      | 7,7                     | 10,2                             |
| Septembre | 7,1                     | 6,1                              |
| Octobre   | 9,2                     | 8,2                              |
| Novembre  | 8,1                     | 6,4                              |
| Décembre  | 5,6                     | 8,4                              |

La répartition des vêlages résultant des saillies efficaces dépend d'un certain nombre de facteurs : climat, alimentation, entretien, mode d'exploitation des troupeaux.

\*  
\* \*

Le problème de la fécondité des femelles laitières a retenu l'attention toute particulière des spécialistes.

Le service vétérinaire du C.S.K. l'a étudié plutôt du point de vue pathologique (lutte contre la stérilité) ; grâce à de nombreux examens gynécologiques, un grand nombre d'animaux malades ou présentant des malformations des organes génitaux a pu être éliminé.

De son côté, le groupe spécialisé de Keyberg a dégagé d'utiles observations, en examinant la question sous l'angle purement zootechnique.

Nous résumons ci-après les principales conclusions des travaux effectués, à ce sujet, d'après les renseignements recueillis depuis 1951 (Troupeau Friesland).

### 1. Répartition des saillies et des saillies efficaces

a. la répartition des saillies entre les différents mois de l'année ne s'effectue pas strictement au hasard, bien que la saillie soit permise à n'importe quelle époque (à noter toutefois que les mâles ne sont pas élevés au sein du troupeau),

b. le mois de février présente le minimum de saillies,

c. le mois de février excepté, la fréquence des saillies augmente depuis le début de la saison des pluies pour atteindre son maximum à la seconde moitié de la saison sèche ; les saillies ont le plus de chances d'être efficaces durant les 5 derniers mois de la saison sèche.



Troupeau de vaches Friesland

## 2. *Évolution de la fécondité avec le numéro d'ordre de la gestation*

D'une manière générale, on peut dire que :

- a. après 1, 2, 3 ou 5 saillies, il y a plus de femelles fécondées en première qu'en deuxième gestation,
- b. en troisième gestation, les vaches sont plus rapidement fécondées qu'en deuxième,
- c. la tendance est ensuite à l'abaissement de fécondité.

## 3. *Intervalles vêlages-saillies efficaces*

- a. sur la base des observations faites jusqu'à ce jour, l'analyse de la variance des intervalles « vêlage-saillie » efficace (en jours) classés selon le mois de vêlage, indique une influence hautement significative du mois de vêlage sur la durée de l'intervalle,
- b. il semble aussi que l'intervalle « vêlage-saillie efficace » influence non seulement la lactation en cours mais également la lactation suivante.

## 4. *Durée de la gestation*

La durée moyenne des gestations des femelles Friesland se situe entre 272 et 275 jours.

Les vaches Jersey ont des gestations de même durée ou légèrement plus longues.

Par contre, ce qui frappe, c'est la durée des premières gestations connues du bétail croisé Zébu pakistanais-Jersey, qui avoisine 300 jours.

Nous avons constaté chez le bétail Friesland que la durée de la gestation est influencée par le sexe du veau ainsi que par le génotype du fœtus (cf. JOTTRAND, LAHOUSSE et VANDENBRANDEN).

#### b. *Accroissement-Poids des animaux*

Très peu d'exploitations fermières au Katanga possèdent des balances à bétail et par conséquent on ne recueille que peu de renseignements sur les poids à la naissance et les accroissements pondéraux du bétail laitier.

Par contre, à la Ferme H. DROOGMANS, un grand nombre d'observations sont effectuées à ce sujet :

##### a) *Poids à la naissance (1959)*

|                                        | Veaux Friesland | Veaux Jersey | Veaux croisés<br>Zébu pakistanais-Jersey |
|----------------------------------------|-----------------|--------------|------------------------------------------|
| <i>Veaux mâles</i>                     |                 |              |                                          |
| Nombre                                 | 27              | 1            | 2                                        |
| Poids moyen à la naissance<br>en Kg    | 34,7            | 25           | 23,5                                     |
| Durée moyenne de gestation<br>en jours | 273             | ?            | 300                                      |
| <i>Veaux femelles</i>                  |                 |              |                                          |
| Nombre                                 | 25              | —            | —                                        |
| Poids moyen à la naissance<br>en Kg    | 33,9            | —            | —                                        |
| Durée moyenne de gestation<br>en jours | 272             | —            | —                                        |

##### b. *Croissance des femelles*

Si nous reprenons à la Ferme H. DROOGMANS toutes les femelles nées depuis 1949, quelle que soit ou qu'ait été leur alimentation, nous obtenons les chiffres moyens de croissance donnés ci-dessous et qui peuvent être considérés comme ce que devrait être, au Katanga, la croissance normale des femelles Friesland, de la naissance à la mise-bas :

**Croissance normale des femelles Friesland (1949-1959)**

| Age       | Nombre de sujets | Poids moyen | Normes sud-africaines | Normes européennes pour races lourdes |
|-----------|------------------|-------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Naissance | 280              | 31,4        | 40,7                  | 40                                    |
| 3 mois    | 244              | 107,2       | 90,6                  | 100                                   |
| 6 mois    | 251              | 158,9       | 158                   | 180                                   |
| 9 mois    | 238              | 206,2       | 211                   | 240                                   |
| 12 mois   | 230              | 253,5       | 252,7                 | 320                                   |
| 15 mois   | 219              | 299,0       | 277,2                 | 375                                   |
| 18 mois   | 211              | 341,7       | 310,7                 | 425                                   |
| 21 mois   | 173              | 387,5       | 350,6                 | 460                                   |
| 24 mois   | 193              | 433,1       | 380,0                 | 500                                   |
| 27 mois   | 156              | 472,7       | —                     | 535                                   |
| 30 mois   | 103              | 508,9       | —                     | 565                                   |
| 33 mois   | 57               | 529,1       | —                     | —                                     |
| 36 mois   | 27               | 563,8       | —                     | —                                     |

*c. Poids des vaches***Croissance en fonction de l'âge (poids des vaches de 1951 à 1959)**

| Age en mois     | Nombre | Poids moyen |
|-----------------|--------|-------------|
| 25              | 10     | 401         |
| 26              | 15     | 417         |
| 27              | 36     | 414         |
| 28              | 48     | 420         |
| 29              | 63     | 426         |
| 30 ou 2 1/2 ans | 77     | 430         |
| 31              | 95     | 436         |
| 32              | 108    | 441         |
| 33              | 120    | 445         |
| 34              | 124    | 449         |
| 35              | 121    | 453         |
| 36 ou 3 ans     | 115    | 453         |
| 37              | 218    | 465         |
| 38              | 132    | 471         |
| 39              | 139    | 481         |
| 40              | 133    | 484         |
| 41              | 133    | 491         |
| 42 ou 3 1/2 ans | 130    | 492         |
| 43              | 128    | 496         |
| 44              | 127    | 497         |
| 45              | 123    | 502         |
| 46              | 121    | 510         |
| 47              | 118    | 517         |
| 48 ou 4 ans     | 112    | 524         |



| Age en mois     | Nombre | Poids moyen |
|-----------------|--------|-------------|
| 49              | 98     | 529         |
| 50              | 97     | 528         |
| 51              | 91     | 532         |
| 52              | 87     | 531         |
| 53              | 87     | 535         |
| 54 ou 4 1/2 ans | 86     | 535         |
| 55              | 86     | 633         |
| 56              | 84     | 533         |
| 57              | 80     | 538         |
| 58              | 79     | 542         |
| 59              | 78     | 543         |
| 60 ou 5 ans     | 76     | 549         |
| 62              | 69     | 548         |
| 62              | 69     | 551         |
| 63              | 68     | 550         |
| 64              | 62     | 557         |
| 65              | 60     | 560         |
| 66 ou 5 1/2 ans | 61     | 562         |
| 67              | 56     | 566         |
| 68              | 55     | 555         |
| 69              | 52     | 550         |
| 70              | 50     | 548         |
| 71              | 43     | 550         |
| 72 ou 6 ans     | 40     | 544         |

Le poids des vaches est influencé par la saison de l'année.

Il a été montré que le poids moyen du troupeau est moins élevé en saison des pluies qu'en saison sèche et que pour des vaches de même âge, on observe une chute de poids hautement significative lors du passage « saison sèche-saison des pluies ».

En saison sèche, les animaux ne trouvant rien dans les pâtures utilisent au maximum les produits des cultures fourragères qui leur sont distribués. En saison des pluies, par contre, les vaches se nourrissent d'herbes qui perdent rapidement une valeur nutritive déjà relative. Notons que cette constatation ne vaut que pour une exploitation où le bétail reçoit la ration requise pour compenser ses besoins, ce qui n'est pas toujours le cas pour les troupeaux de la région qui doivent souvent se contenter de la pâture pour couvrir la plupart de leurs besoins (cf. JOTTRAND, LAHOUSSE et VANDENBRANDEN).

#### d. Rendements laitiers

Nous reprendrons les chiffres :

- 1) des rapports annuels du C.S.K. ainsi que les commentaires y afférents ;
- 2) du groupe zootechnique de la Station de Keyberg.

a) *Région d'Élisabethville*

Environ 1500 animaux furent contrôlés par le Service vétérinaire du C.S.K. Celui-ci établit 292 certificats en 1958 et 264 en 1954 pour les vaches donnant un minimum de 3000 litres de lait en 300 jours.

En 1959, 72 certificats pour des vaches ayant donné un minimum de 4000 litres furent délivrés.

|                                                   | 1958 | 1959 |
|---------------------------------------------------|------|------|
| rendement moyen journalier par vache en lactation | 9,68 | 9,65 |
| rendement moyen journalier par vache établie      | 7,17 | 7,11 |

(Extrait du R.A. 1958 complété, du Service Vétérinaire du C.S.K.)

*Durée de lactation*

La composition des troupeaux laitiers dans la région d'Élisabethville révèle que les principaux facteurs influençant les durées de lactation sont l'alimentation et l'état général du bétail.

Le pâturage de saison des pluies et le petit stock de fourrage de saison sèche ne permettent pas d'assurer l'alimentation complète du bétail durant toute une saison ; il en résulte des lactations courtes chez des vaches dont les possibilités de productivité sont cependant grandes.

Tableau comparatif des durées de lactation depuis 1952

|                                                      | 1952  | 1953  | 1954  | 1955  | 1956  | 1957  | 1958  | 1959  |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pourcentage de lactations courtes<br>(— de 8 mois)   | 13,20 | 13,80 | 16,12 | 17,20 | 27,56 | 22,65 | 25,11 | 22,4  |
| Pourcentage de lactations longues<br>(+ 12 mois)     | 10,20 | 7,40  | 10,05 | 11,30 | 13,46 | 8,55  | 11,12 | 7,35  |
| Pourcentage de lactations bonnes<br>(de 8 à 12 mois) | 75,70 | 78,30 | 73,30 | 70,70 | 58,89 | 66,02 | 63,75 | 70,49 |

*Rendement laitier*

Un tiers du bétail laitier sous contrôle n'a pas un rendement suffisant ; cette situation est anti-économique. Il est indispensable d'améliorer l'alimentation et d'éliminer au moins 30 % du bétail non productif.

Le rendement moyen par vache en lactation reste néanmoins satisfaisant.

Tableau récapitulatif des rendements laitiers de 1952 à 1959

| Production de lait<br>(litres) | Pourcentage des vaches |      |      |      |      |      | Nombre    | Pourcentage |           |
|--------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|-----------|-------------|-----------|
|                                |                        |      |      |      |      |      | de vaches | fin         | de vaches |
|                                | 1952                   | 1953 | 1954 | 1955 | 1956 | 1957 | 1958      | 1958        | 1959      |
| Moins de 1.000                 | 3,8                    | 7,1  | 4,6  | 6,6  | 6,5  | 7,3  | 75        | 7,1         | 4,8       |
| de 1.000 à 1.500               | 8,3                    | 14,2 | 15,7 | 13,5 | 14,9 | 12,8 | 105       | 9,9         | 9,3       |
| de 1.500 à 2.000               | 14,2                   | 20,1 | 23,0 | 18,5 | 22,1 | 18,9 | 187       | 17,6        | 14,9      |
| de 2.000 à 2.500               | 23,4                   | 27,6 | 25,2 | 24,6 | 20,5 | 20,9 | 172       | 16,3        | 20,9      |
| de 2.500 à 3.000               | 22,8                   | 17,1 | 19,8 | 18,3 | 16,3 | 19,2 | 198       | 18,6        | 18,3      |
| de 3.000 à 3.500               | 12,2                   | 8,2  | 7,1  | 9,4  | 11,2 | 10,7 | 159       | 15,0        | 15,7      |
| de 3.500 à 4.000               | 0,7                    | 4,1  | 2,5  | 4,2  | 5,2  | 6,6  | 85        | 8,0         | 8,3       |
| de 4.000 à 4.500               | 3,7                    | 1,1  | 0,8  | 3,1  | 2,2  | 2,1  | 46        | 4,3         | 5,9       |
| de 4.500 à 5.000               | 1,3                    | 0,2  | 0,7  | 0,8  | 0,8  | 1,0  | 27        | 2,5         | 1,3       |
| de 5.000 à 5.500               | 0,7                    | 0,1  | 0,3  | 0,4  | 0,2  | —    | 7         | 0,6         | 0,4       |
| de 5.500 à 6.000               | —                      | —    | 0,1  | —    | —    | —    | 1         | 0,1         | —         |
| de 6.000 à 6.500               | 0,3                    | —    | —    | 0,1  | —    | —    | —         | —           | —         |

En prenant comme base le nombre 100, en 1948, des rendements médiocres ou non payants (1.000 à 2.000 litres) les statistiques des années ultérieures sont les suivantes :

|      |       |      |       |
|------|-------|------|-------|
| 1949 | 80%   | 1954 | 68%   |
| 1950 | 48,6% | 1955 | 69%   |
| 1951 | 40%   | 1956 | 69%   |
| 1952 | 44,8% | 1957 | 76,5% |
| 1953 | 64%   | 1958 | 34,6% |
|      |       | 1959 | 29,6% |

Sur la base de 1948 (= 100) le rendement laitier a évolué comme suit :

|      |      |      |       |      |        |
|------|------|------|-------|------|--------|
| 1950 | 119% | 1953 | 89%   | 1956 | 104,7% |
| 1951 | 104% | 1954 | 100%  | 1957 | 106,1% |
| 1952 | 100% | 1955 | 96,1% | 1958 | 119,2% |
|      |      |      |       | 1959 | 118,7% |

L'importante augmentation enregistrée en 1958 est la conséquence directe de la sélection poussée au maximum dans des fermes importantes.

Le taux butyreux par troupeau s'établit comme suit :

| Taux butyreux | Total des troupeaux | Pourcentage |       |
|---------------|---------------------|-------------|-------|
|               |                     | 1958        | 1959  |
| 32 à 35 ‰     | 4                   | 13,79       | 21,87 |
| 36 à 40 ‰     | 21                  | 72,41       | 62,00 |
| 41 à 45 ‰     | 3                   | 10,34       | 9,37  |
| 46 à 50 ‰     | 1                   | 3,44        | 6,25  |

b) *Régions de Jadotville-Tenke-Kolwezi*

655 vaches furent contrôlées en 1958 et 485 en 1959.

|                                     | 1958 | 1959 |
|-------------------------------------|------|------|
| Rendement moyen journalier (litres) |      |      |
| par vache en lactation              | 8,46 | 8,7  |
| par vache établie                   | 5,71 | 6,3  |

*Durée de lactation*

Tableau comparatif des durées de lactation

|                                                        | 1955  | 1956  | 1957 | 1958 | 1959 |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|------|------|------|
| Pourcentage de lactations courtes<br>(moins de 8 mois) | 30,08 | 37,93 | 36,7 | 36,2 | 36,2 |
| Pourcentage de lactations longues<br>(plus de 12 mois) | 6,88  | 4,66  | 4,3  | 3,8  | 8,6  |
| Pourcentage de lactations bonnes<br>(de 8 à 12 mois)   | 63,04 | 57,39 | 59,7 | 59,3 | 55,0 |

*Rendement laitier*

Tableau récapitulatif des rendements laitiers de 1954 à 1959

| Production de lait<br>(litres) | Pourcentage des vaches |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|
|                                | 1954                   | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 |
| Moins de 1.000                 | 9,6                    | 9,5  | 9,6  | 10,3 | 10,1 | 9,4  |
| de 1.000 à 1.500               | 12,6                   | 14,4 | 14,5 | 15,5 | 13,2 | 16,6 |
| de 1.500 à 2.000               | 17,9                   | 21,4 | 20,5 | 21,5 | 19,7 | 22,8 |
| de 2.000 à 2.500               | 21,4                   | 23,0 | 22,8 | 19,4 | 25,4 | 17,6 |
| de 2.500 à 3.000               | 17,5                   | 14,0 | 13,8 | 18,2 | 16,4 | 13,1 |
| de 3.000 à 3.500               | 9,4                    | 9,0  | 8,5  | 7,4  | 6,0  | 9,1  |
| de 3.500 à 4.000               | 6,3                    | 4,0  | 5,3  | 4,5  | 4,6  | 6,6  |
| de 4.000 à 4.500               | 2,4                    | 3,1  | 3,9  | 1,7  | 2,8  | 1,9  |
| de 4.500 à 5.000               | 1,5                    | 0,8  | 0,9  | 0,1  | 0,6  | 0,7  |
| de 5.000 à 5.500               | 0,8                    | 0,8  | 0,4  | 0,4  | 0,5  | 1,2  |
| de 5.500 à 6.000               | —                      | —    | —    | —    | —    | 0,4  |

Le taux butyreux par troupeau s'établit comme suit :

| Races               | Nombre de troupeaux | Taux |
|---------------------|---------------------|------|
| Friesland           | 2                   | 36‰  |
|                     | 2                   | 37‰  |
|                     | 3                   | 38‰  |
|                     | 2                   | 39‰  |
|                     | 1                   | 42‰  |
| Friesland et Jersey | 2                   | 41‰  |
| Jersey              | 1                   | 42‰  |
| Brown Swiss         | 1                   | 35‰  |

c) *Observations effectuées à la Ferme H. DROOGMANS*

**Friesland**

Les rendements laitiers enregistrés peuvent être considérés comme bons si on tient compte du fait que la moyenne vache/étable est peu représentative car elle inclut des animaux sans intérêt économique mais qui sont conservés pour d'autres fins (appréciation de la valeur des taureaux, valeur des filles par rapport à leur mère, croissance, recherche sur l'infécondité...).

| Production journalière<br>moyenne | 1952<br>kg | 1953<br>kg | 1954<br>kg | 1955<br>kg | 1956<br>kg | 1957<br>kg | 1958<br>kg | 1959<br>kg |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Par vache en lactation            | 10,5       | 11,6       | 13,2       | 10,0       | 10,1       | 11,8       | 12,5       | 10,7       |
| Par vache étable                  | 8,2        | 8,7        | 10,7       | 7,6        | 7,3        | 9,6        | 8,2        | 7,4        |
| Taux butyreux moyen en ‰          | 36,8       | 35,7       | 35,4       | 36,0       | 36,8       | 37,1       | 36,9       | 38,3       |

**Jersey**

|                          |     |     |      |      |      |      |     |      |
|--------------------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|
| Par vache en lactation   | 8,6 | 8,3 | 8,3  | 9,5  | 8,9  | 10,0 | 7,7 | 7,0  |
| Par vache étable         | 6,2 | 7,5 | 6,9  | 6,7  | 5,8  | 7,9  | 3,8 | 2,1  |
| Taux butyreux moyen en ‰ | 50  | 50  | 46,3 | 46,8 | 42,8 | 42,6 | 42  | 40,3 |

**Bétail croisé Pakistanaïs**

| Production journalière moyenne | 1958<br>kg | 11958<br>kg |
|--------------------------------|------------|-------------|
| Par vache en lactation         | 6,6        | 6,1         |
| Par vache étable               | 4,5        | 3,4         |
| Taux butyreux moyen en ‰       | 46,7       |             |



Le dépouillement des données du contrôle laitier de 56 lactations (de 1952 à 1958) dont la durée variait de 305 à 340 jours, a permis de dresser les courbes de lactation moyennes consécutives aux trois premiers vêlages (VANDENBRANDEN M. *Observations sur les courbes de lactation du bétail laitier Friesland du Haut-Katanga* 1959). De l'étude de ces courbes on peut conclure :

- 1° la production moyenne journalière par quinzaine (en kg de lait à 4 % de matière grasse) s'élève progressivement, jusqu'à la troisième quinzaine, au plus tard ;
- 2° pour les trois premières lactations, le temps intervient d'une façon significative dans l'évolution de la lactation ;
- 3° une représentation linéaire de la phase de décroissance de la production (3<sup>e</sup> à 22<sup>e</sup> quinzaine, se justifie, au point de vue statistique, en première, seconde et troisième lactations ;
- 4° selon le numéro de lactation, la courbe de production diffère quant à la position et à l'évolution. Le maximum de production est plus élevé si le numéro de la lactation augmente, mais la chute de production est aussi plus accusée ;
- 5° la persistance des lactations envisagées semble comparable aux normes renseignées pour le détail de même race, entretenu en Europe. Ce fait plaide en faveur du mode d'élevage mis en pratique à la Ferme H. DROOGMANS. Il démontre l'importance d'une alimentation adaptée aux besoins de l'animal producteur de lait évoluant dans un milieu différent de celui d'origine.

| Age moyen au premier vêlage en mois | Nombre d'individus | Production moyenne par mois de vie jusqu'au 4 <sup>e</sup> vêlage en kg de lait | Age moyen au 4 <sup>e</sup> vêlage en 6 mois |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 25,2<br>(de 24 à 26)                | 6                  | 172,3                                                                           | 68,0                                         |
| 27,6<br>(de 27 à 29)                | 12                 | 170,8                                                                           | 72,0                                         |
| 31,1<br>(de 30 à 32)                | 17                 | 165,1                                                                           | 72,7                                         |
| 35,4<br>(de 32 à 40)                | 9                  | 150,8                                                                           | 80,2                                         |

L'étude de l'influence de l'âge au premier vêlage sur la production laitière (LAHOUSSE A. *Influence de l'âge au premier vêlage sur la production laitière* 1959) montre que, dans certains cas, il existe une corrélation positive entre l'âge à la première mise-bas et la production au cours de la première lactation. Cependant, il semble plus avantageux de pratiquer la saillie précoce puisque plusieurs mois d'entretien de l'animal seront économisés et que d'autre part le rendement total des trois premières lactations sera supérieur (voir tableau ci-après). En outre il apparaît que la durée des intervalles parturition-fécondation n'est pas influencée par l'âge au premier vêlage.

Un essai, tentant à rechercher si certains aliments pouvaient amener des variations sensibles dans le taux de matière grasse du lait, a permis de démontrer que, dans certaines limites, une augmentation de la quantité de silage dans la ration peut produire une élévation du taux butyreux (A. LAHOUSSE, *L'influence du silage sur la matière grasse du lait*).

#### LES MÉTHODES D'ÉLEVAGE

On peut affirmer que jusqu'à ces toutes dernières années, malgré les efforts du Service vétérinaire du C.S.K., les méthodes d'élevage utilisées n'ont pas été très rationnelles. En somme, on peut même dire qu'il n'y en avait pratiquement pas. La cause en était due principalement au facteur humain dont il a déjà été parlé. Jusqu'alors, tout s'était fait pratiquement au petit bonheur, la majorité des fermiers, de par leur formation, n'ayant qu'une capacité professionnelle limitée et ne prêtant pas beaucoup d'attention aux conseils que leur fournissaient les services compétents du C.S.K., du Gouvernement,...

Or, plus que partout ailleurs peut-être, l'animal doit être ici l'objet de soins attentifs tant alimentaires qu'hygiéniques.

Les seuls et trop rares fermiers qui ont réussi dans le métier (sans autres occupations d'appoint) sont ceux qui ont admis ce principe dès le début et l'ont appliqué avec constance.

Devant la conjoncture économique défavorable des dernières années, beaucoup de fermiers se sont trouvés devant l'alternative de s'adapter à des méthodes valables leur permettant de se maintenir et de prospérer ou bien de devoir disparaître à plus ou moins longue échéance.

Sous l'effet de la nécessité, les efforts des services spécialisés du C.S.K. ont enfin pu commencer à porter leurs fruits. Plusieurs fermiers ont fait de gros efforts pour rationaliser leurs exploitations et utiliser des méthodes correctes. Respectant les principes généraux de l'élevage bien conduit, ils les ont adaptés à leur situation propre.

Les derniers rapports annuels du C.S.K. ont pu enfin noter avec satisfaction cette amélioration.

Nous donnons ci-dessous, à titre exemplatif, un type général de méthode d'élevage des vaches laitières qui a fait ses preuves dans le Haut-Katanga (ferme H. DROOGMANS).

Il est bien certain que d'autres possibilités existent mais qu'elles dépendent essentiellement des conditions locales.

| Opération               | Méthode préconisée                                                                                                                                                                                                                                                                         | Commentaires                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alimentation en-tretien | Saison sèche et début saison pluies                                                                                                                                                                                                                                                        | 25 kg ensilage maïs ou Pennisetum<br>5 kg racines patates douces ou Pennisetum<br>1 kg farine de luzerne<br>1 kg de concentré | Composition du concentré :<br>P.B.D. environ 18%<br>Lipides 6%<br>Glucides 45%<br>Cellulose brute 12%<br>Mat. minérales 7%                                                                      |
|                         | Saison pluies                                                                                                                                                                                                                                                                              | Pâture<br>20-30 kg maïs ou pennisetum vert haché<br>1 kg farine de luzerne<br>1 kg concentré                                  |                                                                                                                                                                                                 |
|                         | Fin saison des pluies et début saison sèche                                                                                                                                                                                                                                                | 20 kg feuilles et tiges patates douces<br>10 kg pennisetum vert haché<br>1 kg farine de luzerne<br>1 kg concentré             | Remarque : au Haut-Katanga, sauf cas particulier, la valeur des pâturages est médiocre 8-10 mois par an pour du bétail laitier amélioré. La pâture est cependant indispensable pour l'exercice. |
|                         | Alimentation production                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1 kg concentré pour + 3 kg de lait                                                                                            |                                                                                                                                                                                                 |
|                         | Gestation                                                                                                                                                                                                                                                                                  | à partir du 7 <sup>e</sup> mois ajouter à la ration de base : 1 kg de concentré                                               |                                                                                                                                                                                                 |
| Installation            | Stabulation libre avec cornadis dans l'étable, abreuvoirs facilement accessibles. Briques à lécher à la disposition du bétail.<br>Traite mécanique ou à la main dans un local prévu à cet effet (2 ou 3 traites par jours). Silos-tranchées avec cornadis sur le parcours étable-pâturage. | La litière pourra être laissée sur place jusqu'au moment de l'emploi du fumier pour les cultures.                             |                                                                                                                                                                                                 |
| Hygiène                 | Lutte contre les tiques<br>Aspersions ou bain tous les 15 jours-3 semaines                                                                                                                                                                                                                 | (Asuntol)<br>Vidanger le dipping tank tous les 2 ans.                                                                         |                                                                                                                                                                                                 |
| Saillies                | Essayer d'obtenir un veau tous les 12-14 mois.<br>Après mise-bas, ne pas remettre au taureau avant 60 jours.<br>Un taureau pour 30-40 vaches.                                                                                                                                              |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                 |

|              |                                                               |
|--------------|---------------------------------------------------------------|
| Main-d'œuvre | Troupeau de 70 vaches                                         |
|              | 2 hommes pour entretien des étables et alimentation du bétail |
|              | 1 homme pour conduire et ramener les bêtes du local de traite |
|              | 4 trayeurs (hommes et adolescents)                            |
|              | 1 homme pour entretien et fonctionnement de la laiterie.      |

### A. Sélection

La sélection par élimination continue des non-valeurs, ainsi que par l'utilisation de bons taureaux, constitue la base de l'amélioration des rendements laitiers, les conditions d'alimentation et d'entretien intervenant ensuite le plus efficacement lorsqu'un certain niveau est déjà atteint.

Les services spécialisés du Comité Spécial du Katanga ont toujours essayé d'étendre le contrôle laitier-beurrer afin de détecter et d'éliminer les non-valeurs, grâce à la connaissance des productions quantitatives et du taux butyreux individuel.

Il faudrait que tous les fermiers se persuadent que le contrôle laitier-beurrer est d'intérêt vital pour eux et l'on ne peut que souhaiter voir ce contrôle se généraliser à toutes les fermes de la Province.

En ce qui concerne l'utilisation des taureaux, la ferme H. DROOGMANS fournit aux fermiers annuellement quelques taurillons de bonne qualité âgés de 12 à 18 mois.

L'importation de l'étranger reste cependant une nécessité.

L'INÉAC a importé de Hollande début 1951 et fin 1954, 4 taureaux et 2 d'entre eux déjà ont amené une amélioration des filles par rapport à leurs mères, ainsi que peut en témoigner le tableau suivant :

|                 | Nombre | Age<br>moyen   | Nombre<br>de jours | Production<br>en kg | Taux<br>‰ | Production<br>40‰ MG | Production<br>jour l'âge |
|-----------------|--------|----------------|--------------------|---------------------|-----------|----------------------|--------------------------|
| Filles de Cor   | 23     | 2 <sup>7</sup> | 305                | 3535,2              | 37,6      | 3326,7               | 4125,1                   |
| Mères           | 23     | 2 <sup>6</sup> | 305                | 3243,4              | 35        | 2835,4               | 3601,0                   |
| Filles de Bet.  | 14     | 2 <sup>8</sup> | 305                | 3223,1              | 38        | 3064,7               | 3830,9                   |
| Mères           | 14     | 2 <sup>4</sup> | 305                | 3181,6              | 36,4      | 2895,5               | 3474,6                   |
| Filles de Frits | 2      | 2 <sup>4</sup> | 305                | 3314,3              | 40,5      | 3358,5               | 4030,2                   |
| Mères           | 2      | 2 <sup>4</sup> | 305                | 3623,9              | 36,6      | 3315,8               | 3979,0                   |

### B. Rationnement

L'alimentation rationnelle du bétail constitue, après la sélection, un facteur déterminant de la production laitière.

Au Katanga en général, si on n'a pas toujours pu parler de sous-ali-

mentation, on a pu affirmer que, dans beaucoup de cas, l'alimentation était déficiente et carencée parce que déficiente.

La non-rentabilité de beaucoup d'élevages de la province était la conséquence surtout d'une alimentation non équilibrée et d'un manque de soins, avec les séquelles qui en résultent : mauvaise défense de l'organisme contre les maladies, prédisposition aux affections, carences....

Le premier remède et surtout la meilleure prémunition contre tous ces maux s'identifiera avec une alimentation rationnelle. Et principalement, ce sera par l'amélioration du rationnement de base produit à l'exploitation même que l'on pourra réussir un élevage laitier lucratif et stable.

« Nourrir des animaux ne consiste pas seulement à distribuer des matières nutritives pour que l'organisme animal puisse vivre et produire, écrivent les Professeurs LAHAYE, MARCQ et CORDIEZ, mais consiste surtout à s'intéresser à tous les besoins réels de chaque animal selon son âge, son sexe et sa spécialisation zootechnique, en même temps qu'au devenir de chaque aliment utilisé pris en lui-même ou associé avec d'autres pour former un complexe judicieux et économique que l'on nomme ration alimentaire.

Pour être rationnelle, cette ration doit être :

1° *complète* : c'est-à-dire couvrir tous les besoins présents et futurs ;

2° *physiologique-économique*, en ce sens qu'elle laisse peu de déchets, peu d'éléments inutilisés, et qu'en conséquence elle permet à l'animal de s'accroître et de produire, sans danger pour lui ni pour sa descendance, au prix de revient le plus bas».

Ces conseils n'ont été mis en pratique que depuis peu par les fermiers katangais, malgré les efforts des Services compétents du C.S.K. et du Gouvernement, pour promouvoir l'élevage rationnel du bétail laitier. En effet, il ne suffit pas de laisser divaguer du bétail fortement amélioré avec des besoins bien précis et importants, sur des pâturages de brousse de valeur médiocre, pour espérer en retirer des rendements considérables même si on lui distribue des suppléments de farineux en quantités souvent inconsidérées.

Le bétail Friesland, hautement spécialisé dans la production laitière, a paru tout désigné pour être à la base de celle-ci dans la province. Mais on oublie facilement que cette race ne peut donner de bons résultats que lorsque les conditions dans lesquelles on la place sont proches ou identiques à celles que l'on trouve dans son berceau d'origine. Ce que la Friesland trouve dans ce dernier, ce sont de très bons pâturages, chose généralement inexistante ici, où ils varient d'assez bons à médiocres ou mauvais. Ils ne sont qu'exceptionnellement bons ou très bons, que ce soit dans les vallées en saison sèche ou sur les plateaux en saison des pluies.

Il fallait donc chercher à remplacer les bons herbages manquants ou à compléter ceux de valeur insuffisante, par quelque chose de haute



valeur nutritive, par exemple les produits de cultures fourragères (maïs fourrage, Pennisetum, patates douces...). Trop peu de fermiers l'ont compris jusqu'à ces derniers temps et les rendements laitiers totalement insuffisants dus principalement à une alimentation défectueuse ont été la cause primordiale du peu de rentabilité de nombreuses fermes.

Bien des déboires auraient été et pourraient être évités, si les éleveurs établissaient l'inventaire des possibilités alimentaires de leurs exploitations. Cela fait, ils pourraient prévoir grosso modo un plan d'alimentation de leur bétail pour l'année ou les mois à venir. Les fermiers qui en font la demande peuvent être aidés par les services agricoles du C.S.K. en collaboration avec l'INÉAC, pour établissement de cet inventaire et de programmes fourragers adaptés aux conditions particulières des exploitations. Grâce à cela, d'énormes progrès peuvent être accomplis.

Pour qu'on puisse s'en rendre compte, nous citerons un cas :

En 1952-53 nous avons étudié le comportement du bétail laitier dans un certain nombre de fermes.

Nous avons constaté que, contrairement aux observations effectuées à la Ferme H. DROOGMANS, les productions laitières étaient déficitaires à partir de la période froide de juin-juillet jusqu'en novembre-décembre, les rendements individuels des vaches baissant très fort. Or, c'est normalement à cette période de saison sèche que les rendements les plus élevés auraient dû être atteints.

En effet, et la chose est régulière, c'est de février à juillet que l'on observe la majorité des mise-bas. Il est donc normal que la production laitière passe par un maximum d'avril à octobre.

En fait c'était tout le contraire qui était constaté à l'époque. Cet état de chose était dû uniquement au fait qu'en cette période de saison sèche les animaux étaient sous-alimentés (manquant surtout de fourrages grossiers), alors que c'était précisément au cours des mois suivant la mise-bas qu'ils devaient recevoir une ration bien équilibrée susceptible de fournir et de maintenir des rendements élevés.

A l'époque, trop de fermiers laissaient leur bétail divaguer à la recherche d'un pâturage inexistant ou de valeur médiocre, en se contentant parfois de le bourrer d'aliments concentrés. Trop peu essayaient de suppléer au manque de fourrages naturels en saison sèche, par des produits de cultures de saison des pluies destinés à être conservés sous forme d'ensilage, de foin ou de tout autre façon.

Bilan économique de l'opération... on estime que la perte en lait et en poids que subit une vache sous-alimentée ou mal nourrie en saison sèche, par rapport à une vache recevant une ration normale, est de l'ordre de 4.250 F/an. ( $\pm$  500 kg de lait, à environ 7 F et  $\pm$  50 kg pour le poids vif, à 15 F).

Cette somme représente par exemple la valeur de plus de 600 rations de 20 kg d'ensilage de maïs ou de Pennisetum (2 à 2,5 U.F.). Si on considère que l'ensilage doit être donné en supplément pendant  $\pm$  6 mois, on voit que la valeur de la perte est égale à trois fois celle de l'affouragement supplémentaire.

Il a fallu pas mal d'efforts et de temps pour faire comprendre aux fermiers, surtout à ceux qui ne disposent que de superficies limitées, l'intérêt de l'alimentation rationnelle dans une spéculation aussi spécialisée que la production laitière.

L'INÉAC et le Comité Spécial du Katanga n'en ont que plus de mérite de ne pas s'être découragés et d'y être finalement parvenus chez les fermiers progressistes, chez qui on assiste à une intensification de la production fourragère en vue de diminuer la consommation d'aliments concentrés et de donner aux animaux une alimentation mieux équilibrée.

Passons rapidement les aliments en revue :

*Le maïs fourrage* a généralement la préférence : il est distribué en vert ou ensilé. Du maïs vert, pour fourrage, a été produit sous irrigation pendant la saison sèche dans une ferme des environs d'Élisabethville : le rendement/ha fut cependant sensiblement inférieur à celui du maïs cultivé en saison des pluies. Notons que de 1952 à 1955, du maïs fut cultivé à la Ferme DROOGMANS dans des conditions semblables d'août à fin novembre, avec des rendements de 16 à 23 tonnes de fourrage vert/ha.

Vient ensuite, dans la hiérarchie, *le Pennisetum* (fausse canne à sucre) également consommé en vert ou ensilé.

*La patate douce* est moins cultivée que les deux genres précédents : la crainte des vols de racines en constitue la raison principale. Les feuilles et tiges ont cependant une bonne valeur pour la production laitière et sont fort appréciées.

*Les légumineuses fourragères* sont encore relativement peu cultivées.

De bons résultats sont cependant obtenus avec le soja et le velvet bean. La luzerne donne des récoltes satisfaisantes, mais elle est vite envahie par les mauvaises herbes et sa culture n'est pas jugée rentable. Au Lomami, la culture de *Stylosanthes* prend de l'extension ; par contre les résultats obtenus avec cette même légumineuse à Élisabethville ne sont pas encourageants.

*Le manioc* est cultivé dans quelques fermes, ou acheté aux agriculteurs congolais ; les racines, dont l'HCN a été éliminé par évaporation, constituent un excellent aliment d'appoint qui exerce une heureuse influence sur les rendements laitiers.

*Sorgho*, *Canna edulis*, *troncs de bananiers*, interviennent également mais pour une faible part comme constituants de la ration fourragère de base.

L'INÉAC préconise actuellement, pour le Haut Katanga, la rotation fourragère suivante :

- 1<sup>e</sup> année : Patates douces, avec 60 T de fumier de ferme
- 2<sup>e</sup> année : Maïs ou sorgho (pour consommation en vert ou ensilage) avec 200 kg de nitrate d'ammoniaque  
(Soja (pour foin) éventuellement culture dérobée après maïs)
- 3<sup>e</sup> année : Soja (pour foin)
- 4<sup>e</sup> année : Pennisetum (pour consommation en vert ou ensilage) avec 300 kg de nitrate d'ammoniaque et 150 kg de phosphate bicalcique
- 5<sup>e</sup> année : Pennisetum avec même fumure
- 6<sup>e</sup> année : Pennisetum avec 300 kg de nitrate ammoniacal et 200 kg de sulfate de potasse

Dans le domaine de la pratique culturale, notons que l'application des engrais minéraux aux cultures fourragères ne progresse guère, bien que la rentabilité en ait été démontrée par l'INÉAC.

En ce qui concerne les *pâturages*, leur valeur et leurs possibilités d'utilisation varient sensiblement suivant les régions, étant donné la différence des conditions écologiques rencontrées et, dans une même région, cette même variabilité se rencontre suivant les conditions de situation particulière des exploitations.

Dans le Haut Katanga, considéré comme la région la plus défavorisée à ce point de vue, en raison de la rigueur de la saison sèche, on peut rencontrer des pâturages relativement bons, mais leur utilisation n'est possible que pendant quelques mois de l'année.

Pendant cette période, le bétail peut arriver à y prélever, dans certains cas, la presque totalité des besoins d'entretien, ce qui n'est pas négligeable. D'autres exploitations disposent aussi de pâturages de saison sèche, situés dans le fond de vallées humides, et, dans ce cas également, cet appoint est très précieux.

Dans ces conditions particulières, un effort mérite d'être accompli pour aménager et améliorer éventuellement ces ressources naturelles tant que la chose reste dans des limites économiques.

Par contre, il y a des exploitations où de tels aménagements ne peuvent être conseillés.

Il n'y a donc pas à émettre des jugements généraux quant à l'opportunité d'aménager et d'améliorer les pâturages naturels : chaque situation doit être examinée suivant ses propres particularités.

Dans le domaine de l'étude de la valeur alimentaire des pâturages du Katanga, mentionnons particulièrement les travaux du Dr. HENNAUX, qui s'est attaché à dégager certaines conclusions quant à l'alimentation minérale du bétail (*op. cit.*) :

« L'analyse de fourrages récoltés dans diverses régions du Katanga lui a permis de signaler, sans toutefois qu'on puisse leur attribuer une valeur absolue, les considérations suivantes :

- il manque du sodium dans toute la Province ;
- Élisabethville et Kaniama sont des régions déshéritées en phosphore ;
- Kaniama manque de fer ainsi que de cuivre ;
- le cobalt est insuffisant aux Bianos ;
- par contre, des fourrages à taux excessivement élevés en fer sont rencontrés à Jadotville, en cuivre et en cobalt à Élisabethville.

Les fourrages présentent souvent un rapport Ca/P trop élevé dû à la pauvreté en phosphore. Cependant, on peut parfois trouver un excès de calcium par rapport au phosphore lui-même suffisant.

La qualité du foin récolté est généralement médiocre et cette médiocrité est surtout due au fait que la fenaison ne se pratique qu'en fin de saison des pluies, au moment où les tiges sont lignifiées et où les principaux éléments nutritifs font défaut.

Nous donnons ci-dessous, à titre indicatif, le programme d'affouragement des vaches laitières pratiqué, durant l'année 1959, à la ferme H. DROOGMANS.

| Date              | Nature de l'affouragement           | Quantité journalière<br>par tête |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| du 1.1 au 11.1    | Pâtûre = valeur moyenne             | ( $\pm 1$ U.F.)                  |
|                   | Silage de Pennisetum                | 30 kg                            |
| du 12.1 au 28.1   | Pâtûre = valeur moyenne             | ( $\pm 1$ U.F.)                  |
|                   | Silage de maïs                      | 25 kg                            |
|                   | Pennisetum vert                     | 5 kg                             |
| du 29.1 au 1.4    | Pâtûre = valeur moyenne             | ( $\pm 1$ U.F.)                  |
|                   | Maïs vert                           | 30 kg                            |
| du 2.4 au 6.4     | Pâtûre = valeur médiocre            | ( $\pm 0,5$ U.F.)                |
|                   | Feuilles et tiges de patates douces | 20 kg                            |
|                   | Pennisetum vert                     | 5 kg                             |
| du 7.4 au 30.7    | Pâtûre = valeur nulle = parcours    | P.M.                             |
|                   | Feuilles et tiges de patates douces | 25 kg                            |
|                   | Pennisetum vert                     | 5 kg                             |
| du 31.7. au 30.8  | Pâtûre = parcours = valeur nulle    | P.M.                             |
|                   | Racines de patates douces           | 5 kg                             |
|                   | Feuilles et tiges de patates douces | 15 kg                            |
|                   | Silage de maïs                      | 20 kg                            |
| du 31.8 au 15.11  | Pâtûre = parcours = valeur nulle    | P.M.                             |
|                   | Silage de Pennisetum                | 30 kg                            |
|                   | Foin de légumineuse                 | 2 kg                             |
| du 16.11 au 15.12 | Pâtûre = valeur médiocre            | ( $\pm 0,5$ U.F.)                |
|                   | Silage de Pennisetum                | 30 kg                            |
|                   | Foin de légumineuse                 | 2 kg                             |
| du 16.12 au 31.12 | Pâtûre = valeur moyenne             | ( $\pm 1$ U.F.)                  |
|                   | Silage de Pennisetum                | 30 kg                            |
|                   | Foin de légumineuse                 | 2 kg                             |

La ration fourragère de base a eu une valeur moyenne de

$\pm 5,4$  U.F. en 1959

contre

$\pm 5,7$  U.F. en 1958

$\pm 5,0$  U.F. en 1957

$\pm 4,8$  U.F. en 1956

$\pm 3,8$  U.F. en 1955

Les besoins d'entretien ont été pratiquement couverts durant toute l'année par la ration de base.

Dans le domaine de l'*alimentation en concentrés*, la majorité des fermiers fait appel aux mélanges complets fabriqués sur place ou importés des Rhodésies. En 1958, les fermiers manifestaient un certain intérêt pour ces derniers produits, soigneusement présentés et contrôlés dans leur pays d'origine.

Depuis 1959, les produits locaux ont été améliorés et peuvent ainsi mieux concurrencer les produits étrangers.

Le contrôle officiel de ces mélanges fait cependant encore défaut pour le moment, quoiqu'un laboratoire fonctionne déjà à l'Université d'Élisabethville et peut effectuer les principales analyses.

La préparation des mélanges à la ferme se pratique surtout dans les grandes exploitations, qui peuvent se permettre de stocker les constituants nécessaires. Grâce à l'appoint d'éléments minéraux vitaminés et oligo-éléments fournis par le commerce, des mélanges équilibrés peuvent ainsi être préparés.

Les services agricoles du C.S.K. et de l'INÉAC peuvent donner des conseils utiles quant à ces préparations.

Signalons encore un élément intéressant pour l'alimentation du bétail laitier : la possibilité d'avoir recours *aux drêches* dans les environs des sièges des brasseries. Cet excellent aliment présente également l'avantage d'être très économique.

### *En résumé*

Au Katanga, l'alimentation du bétail laitier est fonction avant tout des conditions locales et des possibilités propres de l'exploitation ainsi que du but qu'elle poursuit. En dehors des grands principes de l'alimentation rationnelle qui doivent être respectés dans tous les cas, aucune règle fixe ne peut être édictée.

\*  
\* \*

Un mot enfin de *l'alimentation des veaux et du jeune bétail d'élevage*.

Parmi les nombreux problèmes que soulève la spéculation laitière, celui de l'alimentation économique du jeune bétail et surtout des veaux de moins de quatre mois revêt un intérêt tout spécial.



L'alimentation du jeune bétail d'élevage va de pair avec celui des animaux adultes. Plus on pourra avancer la période de première gestation, sans que l'animal en souffre dans la suite, plus la rentabilité de l'élevage augmentera.

On constate en général dans le monde que sur 100 veaux qui naissent, 10 à 15 sont morts-nés ou meurent dans les premiers jours de la vie. Le pourcentage est surtout fonction de l'hygiène, des maladies infectieuses et des soins qui sont donnés tant pendant la gestation qu'immédiatement après la naissance.

Dans les dernières années, beaucoup de fermiers laitiers ont hésité à élever des veaux mâles et mêmes femelles qui naissaient dans leurs exploitations.

Lorsque la vente du lait entier est la seule réalisation susceptible d'être bénéficiaire, il est irrationnel d'en réserver une partie pour l'alimentation du jeune bétail (opération alors non payante) ou de le destiner à la fabrication de beurre (produit également non rentable) ; dans le dernier cas le lait écrémé obtenu est également trop coûteux pour nourrir des veaux à moindres frais.

Une méthode d'alimentation des veaux avec réduction au maximum du lait entier et du lait écrémé a été mise au point à la Station de Keyberg.

Il fallait qu'elle permette de couvrir, de la naissance au 4<sup>e</sup> mois, la totalité des besoins que requiert la croissance normale des animaux. Ces derniers ne peuvent souffrir ultérieurement d'une carence quelconque subie dans le jeune âge et susceptible de diminuer ou d'handicaper leurs productions futures.

La croissance des animaux est très satisfaisante ainsi que le prix de revient de l'opération.

### C. Bâtiments — Matériel

Si les obligations zootechniques définies précédemment constituent des facteurs essentiels de rendement, il ne faut pas mésestimer non plus la nécessité de disposer, à la ferme, de bâtiments qui permettent de tenir le bétail dans les meilleures conditions hygiéniques possibles, tout en s'avérant pratiques et économiques à l'emploi.

Il faut reconnaître que, dans ce domaine, de sérieux efforts ont également été accomplis et l'on peut voir un peu partout des installations modernes remplacer les étables délabrées.

Cela résulte de l'action des Services spécialisés du C.S.K. qui, depuis 1956, ont fortement poussé à l'amélioration de l'hygiène des étables, de la traite, de la laiterie ainsi que du matériel, de l'outillage et de l'eau utilisée.

Le C.S.K. subsidie également un bon nombre de constructions et d'améliorations foncières.

Nous estimons que, dans la plupart des cas, la *stabulation libre* s'indique pour les avantages suivants :

- coût réduit de la construction ou de l'aménagement ;
- économie importante de main-d'œuvre ;
- meilleures conditions d'hygiène et de santé pour le bétail ;
- production d'un lait de bonne qualité ;
- meilleure qualité du fumier produit.

A cela s'ajoute encore la possibilité d'adjoindre le self-feeding.

Le seul inconvénient que l'on pourrait signaler dans certaines régions serait la quantité importante de paille nécessaire. Nous ne croyons cependant pas que cela soit un obstacle.

#### D. Hygiène

Il est inutile d'épiloguer longuement sur les conditions d'hygiène à respecter sous les tropiques :

- propreté des étables ;
- lutte contre les mouches ;
- dippages réguliers ;
- construction d'abreuvoirs en matériaux durables.

Nous nous étendrons quelque peu, cependant, sur *l'hygiène de la récolte du lait*.

Comme c'est la vente du lait entier qui rétribue le mieux la production, il est normal de voir les fermiers apporter sous cette forme la majeure partie du lait produit dans leurs exploitations.

Pour cela, ils conservent jusqu'au matin suivant le lait des traites de midi et du soir. Plusieurs systèmes de conservation ont été utilisés ; immersion des cruches dans l'eau froide ; refroidissement après la traite et conservation en glacière ou en chambre froide...

Depuis 1955, le problème de la récolte d'un lait sain, propre et riche fut étudié, surtout pour les producteurs qui utilisent une machine à traire pour laquelle il fallait arriver à un système simple mais efficace de nettoyage et de désinfection. Car il ne faut conserver que du lait propre.

Nous extrayons les considérations qui suivent de la note de CAPPAERT et VANDENBRANDEN (*quelques notes sur l'hygiène de la traite à la Ferme*, H. DROOGMANS, 1958) ainsi que du rapport annuel 1959 du Groupe Zootechnique de Keyberg :

« Il est bien établi que la propreté du lait est fonction de nombreux facteurs :

- 1° propreté de l'atmosphère environnante
- 2° propreté de la vache, principalement du pis
- 3° propreté du matériel de traite
- 4° propreté de la main-d'œuvre

- 5° propreté de l'appareil refroidisseur-conservateur de lait
- 6° propreté des récipients (cruches, seaux,...)
- 7° transport effectué dans de bonnes conditions (camions bâchés,...).

L'atmosphère de saison sèche, riche en poussières, prédispose à l'obtention d'un lait sale si la traite, manuelle surtout, n'est pas effectuée dans un local à l'abri des coups de vent. Si la traite se fait à l'étable, il faut également éviter de distribuer les concentrés à l'heure de la traite.

La propreté de la vache, et du pis surtout, va de soi et ne demande pas de commentaires mais pour elle, comme pour la propreté du matériel de traite, la condition sine qua non de réussite se trouve dans la surveillance efficace de la main-d'œuvre. Malgré toute celle dont elle est l'objet et toutes les exigences que l'on peut avoir envers la main-d'œuvre congolaise, il est certain qu'actuellement, vu leur insouciance naturelle, l'on ne peut avoir qu'une confiance limitée dans la propreté corporelle des trayeurs et des préposés à la manipulation du lait, et dans la qualité de leur travail. Il serait vain de vouloir le nier et d'exciper d'exemples trop rares et peu convaincants.

Les premiers résultats des observations effectuées peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Si l'on effectue la récolte manuelle du lait, il est préférable de la pratiquer dans un local (salle de traite) spécialement réservé à cet effet. L'air de l'étable renferme beaucoup de germes bactériens, surtout immédiatement après l'affouragement du bétail ou l'enlèvement du fumier. Cet air est, de plus, vicié par la respiration des animaux. Les odeurs de l'étable passent aussi très facilement dans le lait.

Par contre, l'aménagement rationnel d'une salle de traite permet de maintenir une propreté parfaite dans ce local et d'obtenir un lait de meilleure qualité.

2° A la salle de traite et lors de la traite manuelle, il est recommandé de désinfecter le pis de la vache et les mains du trayeur à l'aide d'une solution de *cétavlon* à 1 %.

3° La récolte manuelle du lait donne, dans l'ensemble, de meilleurs résultats que la traite mécanique. Les difficultés résident surtout dans le nettoyage et la désinfection de la machine à traire. Trois systèmes de nettoyage furent mis en œuvre. L'un, au moins, « méthode à sec » semble pouvoir être rejeté. Il faut retenir les systèmes « humide-sec » et surtout « humide ». L'élimination des germes coliformes n'est toutefois pas correctement assurée.

4° Aucun des produits de nettoyage et de désinfection utilisé ne s'est avéré parfait. L'emploi du meilleur lors du nettoyage « humide » a donné lieu à des laits de qualité hygiénique bonne, sauf toutefois en ce qui concerne la colimétrie.

Le nettoyage et la désinfection de la machine à traire nous semblent encore pouvoir être améliorés. De nouveaux essais vont être entamés. Ils viseront à mettre au point une méthode de nettoyage permettant de livrer un lait de qualité encore supérieure.

Ces essais de nettoyage et de désinfection du matériel de traite mécanique ont eut lieu depuis 1958.

Ci-dessous, une technique ayant donné satisfaction :

- a) après chaque traite ;

- rinçage à l'eau froide ;
- démontage et nettoyage avec la solution (40°C) du composé d'ammonium quaternaire (cétavlon à 1 %) ;
- b) *entre les traites* :
  - remplissage du pot par une solution de chlore à 300 ppm.
  - trempage des tétines et des gobelets-trayeurs dans la même solution chlorée ;
- c) *avant la traite* :
  - rinçage à l'eau froide ;
- d) *deux fois par semaine* :
  - ébouillantage de tout le matériel (eau à 95°C).



Troupeau de vaches Jersey.

### E. *Insémination artificielle*

Pour en terminer avec les méthodes d'élevage, quelques mots de l'insémination artificielle.

Malgré les résultats satisfaisants obtenus à Keyberg, cette opération ne fut réalisée que dans quelques fermes et les résultats furent peu encourageants.

Il s'y trouve plusieurs raisons :

- les unes tenant aux éleveurs eux-mêmes et à leur situation ;
- les autres au bétail bovin ;
- d'autres encore aux moyens de réalisation pratique et nous trouvons ici l'obstacle le plus important : le prix de revient élevé de l'opération.

Nous estimons donc qu'avant de se lancer dans des pratiques peu à leur niveau actuellement, les fermiers doivent épuiser les nombreuses possibilités qu'il leur reste d'améliorer leurs élevages rien déjà qu'en les rationalisant.

### CHAPITRE III — Économie de la spéculation laitière

#### LA PRODUCTION ET SA COMMERCIALISATION

##### *Production*

Comme signalé dans un chapitre précédent, les résultats du recensement effectué en fin 1959 par les services du C.S.K. montrent que le nombre de vaches à caractère laitier et beurrier se répartit approximativement comme suit :

|                                         |        |
|-----------------------------------------|--------|
| Zone d'Élisabethville                   | ± 2460 |
| Zone de Jadotville                      | ± 760  |
| Zone de Kolwezi                         | ± 450  |
| Zone des Bianos, Lubudi, Tenke, Funguru | ± 560  |
| Zone du Lomami et du N-W                | ± 750  |
| Zone des Muhila, Marungu Moero, Manone  | ± 300  |
| Zone d'Albertville                      | ± 520  |

On peut considérer qu'il y a eu ces derniers temps tendance à la stabilité. Une légère regression se dessine même aux environs des grands centres : les rendements laitiers se sont, en effet, généralement améliorés, grâce à une sélection plus poussée dans les troupeaux et à une meilleure pratique de l'alimentation ; par contre, les possibilités d'écoulement de la production ne se sont guère accrues.

Quoiqu'il en soit, la production laitière pour l'ensemble des fermes de la province peut être évaluée à quelque 11.200.000 litres de lait.

##### *Commercialisation*

Une partie de cette production est commercialisée à la ferme même (lait cru, beurre, yogourt, fromages frais).

La plus grande partie est cependant traitée par les laiteries.

L'une d'elles est installée à Jadotville.

C'est un organisme privé de faible importance (moins de 1.000 l. par jour) qui traite la production de sa propre ferme et celle de quelques exploitations environnantes.

Les transformations portent principalement sur :

- lait pasteurisé
- crème fraîche



- beurre
- yogourt
- lait battu.

A Kaniama, une laiterie fonctionne au sein de la Coopérative agricole, avec l'aide de la Cobelkat.

Cette laiterie s'était principalement orientée au début, vers la production de beurre.

D'autres produits s'y sont ajoutées par la suite et, depuis 1958, la Coopération a également organisé la production et la vente de lait stérilisé. Les quantités traitées annuellement sont de l'ordre de 18.000 kg de M.G. (estimation 1959).

- 36.000 paquets de 450 gr de beurre
- 73.000 litres de lait stérilisé
- 1.500 paquets de 250 gr de fromage blanc
- 14.500 bouteilles de 300 cc de chocolat
- 9.500 bouteilles de 300 cc de crème fraîche
- 19.500 bouteilles de 250 cc de Yogourt
- 22.000 litres de babeurre
- ... pour un chiffre d'affaires global d'environ 2.340.000 fr.

Les taux de paiements aux fournisseurs ont oscillé, au cours de l'année 1959, entre 60 et 90 fr le kg de M.G.

La laiterie la plus importante est installée à Elisabethville (Laiterie du Katanga).

Elle traite la presque totalité de la production laitière de la région (actuellement un seul producteur laitier n'en fait pas partie). Elle fut gérée depuis ses débuts par le Comité Spécial, assisté d'un Conseil de gérance où les intérêts des producteurs étaient représentés par quelques membres choisis. Le C.S.K. y intervenait constamment par ses subsides directs et indirects. La laiterie fonctionnait cependant sous la formule coopérative : les apports, valorisés aux mieux des intérêts des fournisseurs, étaient rémunérés au prorata de cette valorisation, déduction faite des frais de gestion.

Depuis peu, les fournisseurs se sont effectivement groupés en coopérative et c'est celle-ci maintenant qui va se charger de la gestion de la laiterie.

Les quantités traitées par la Laiterie du Katanga durant l'année 1959 ont été d'environ 185.000 kg de MG, apportés sous forme de 4.143.000 l. de lait et 126.000 l. de crème.

Ces apports représentent globalement 5.115.000 l. de lait.

Par rapport à l'an dernier, ils sont en augmentation d'environ 23.200 kg de MG, représentant 622.000 l. de lait.

Durant ce même exercice, les ventes ont porté sur (chiffres arrondis) :

|                                                        |               |
|--------------------------------------------------------|---------------|
| 1.207.000 l. de lait au prix moyen de 12,00 f le litre |               |
| 230.000 b. de 1/4 litre de yogourt au prix moyen de    | 5,35 f la b.  |
| 322.000 p. de 450 g de beurre                          | » 34,50 le p. |
| 86.000 p. de 250 g de fromage blanc                    | » 10,10 le p. |
| 66.000 p. de 110 g de fromage double crème             | » 10,10 le p. |
| 19.000 k de fromage katanga                            | » 68,00 le kg |
| 25.000 l. de crème fraîche                             | » 69,60 le l. |
| 2.212.000 l. de lait écrémé                            | » 3,80 le l   |
| 95.000 l. de lait battu et sérum                       | » 1,85 le l.  |
| 73.000 1/4 l. de chocolat                              | » 3,00 la b.  |

L'ensemble de ces ventes a permis de réaliser un chiffre d'affaires de 40.330.000 F.

Ce chiffre est en augmentation d'environ 4.124.000 F par rapport à l'exercice précédent, augmentation provenant essentiellement d'une hausse du prix du beurre et de la reprise d'une affaire concurrente.

— Il a été payé quelque 31.500.000 F pour l'ensemble des fournisseurs contre 29.000.000 pour l'année précédente.

— La matière grasse a été ainsi rémunérée à 126 F le kg.

De cette façon, le prix moyen payé pour un l. de lait entier, à 36 ‰ de MG, a été de  $\pm 6,50$  F (compte tenu d'un paiement supplémentaire au litre de 2 F). Suite à de sensibles réductions des frais d'exploitation, survenues ces derniers temps, grâce à une judicieuse réorganisation des services, ce prix voisine actuellement 7 F le l.

Nous jugeons également opportun d'attirer l'attention sur un rôle insuffisamment considéré, et pourtant essentiel, joué par la laiterie du Katanga : l'équilibre de la commercialisation. Nous entendons par là que les producteurs laitiers des environs d'Élisabethville lui doivent d'écouler l'entièreté de leur production à un prix qu'ils n'obtiendraient jamais en travaillant individuellement.

En effet, comme nous le verrons ultérieurement, les débouchés ouverts au lait entier restent inférieurs à la production globale de la région. De ce fait, si la Laiterie cessait d'exister, on assisterait tôt ou tard à une dangereuse lutte de prix entre les producteurs, non outillés pour valoriser les sous-produits, ce qui signifierait pour beaucoup la ruine de leur exploitation.

### *Les possibilités du marché*

Dans les conditions actuelles, le marché ouvert à la production katangaise n'est pas tellement vaste.

Les besoins en lait des grands centres sont largement assurés. Ce lait, cru ou pasteurisé, est, en effet, presque exclusivement destiné à la population européenne, qui ne représente qu'une minorité. A part

certaines distributions gratuites dans les écoles des communes congolaises (distributions subsidiées), les ventes aux consommateurs congolais restent, en effet, insignifiantes malgré la propagande faite pour les promouvoir.

A Élisabethville par exemple, à l'initiative du C.S.K., des milk-bars ont été installés dans les communes : les résultats initiaux semblaient prometteurs, mais après l'engouement du début (comme le congolais sait le manifester pour les choses neuves) le désintéressement s'y est bien vite marqué. Prix trop élevés, hors de portée du travailleur moyen ? Peut-être. Manque de considération de la part de l'adulte pour une boisson rappelant le nourrisson ? Peut-être aussi.

Toujours est-il que le moment semble assez éloigné encore où le marché du lait pourra être étendu aux populations autochtones.

En vue d'une extension éventuelle de ce marché, il a aussi été envisagé par la laiterie d'Élisabethville de fabriquer du lait stérilisé destiné à être vendu dans les postes de l'intérieur de la province et même à l'extérieur de celle-ci (ce mode de conditionnement étant le seul approprié aux longs transports).

Les conclusions de la récente étude effectuée à ce sujet ne laissent pas grand espoir : d'une part, l'habitude de la poudre de lait, sa facilité d'emploi, le prix de revient du lait ainsi reconstitué, et, d'autre part, le développement de la production de lait frais dans certaines régions auparavant déshéritées, constituent autant d'obstacles à la création d'un vaste marché susceptible d'absorber une part relativement importante de la production katangaise. Ainsi donc, aussi longtemps que le congolais ne s'intéressera pas effectivement à la consommation du lait, le marché de ce produit n'a guère de chances de se développer beaucoup. Et la valorisation d'une manière économiquement satisfaisante de l'excédent de la production restera un problème des plus importants.

Dans ce domaine, la commercialisation sous forme de Beurre a un rôle essentiel à jouer.

Actuellement, la production locale est loin de satisfaire les besoins de la province, et celle-ci a encore largement recours aux importations.

La production beurrière au Katanga, qui représente environ 40 % de la production laitière globale, est estimée pour l'année 1959 à 223.000 kg et se répartit approximativement comme suit :

|                                                           |                           |            |            |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|------------|------------|
| Zone d'Élisabethville                                     | Laiterie du Katanga       | 145.000 kg |            |
|                                                           | Fermiers non fournisseurs | 3.000 kg   | 148.000 kg |
| Zone de Jadotville                                        |                           |            | 15.000 kg  |
| Zone de Kolwezi                                           |                           |            | 5.000 kg   |
| Zone de Bianco, Lubudi, Tenke, Fungurume                  |                           |            | 10.000 kg  |
| Zone de Lomami et N-W.                                    |                           |            | 30.000 kg  |
| Zone du N.-E.-Muhila, Marungu, Moero, Manono, Albertville |                           |            | 15.000 kg  |

Elle accuse une augmentation de l'ordre de 9.000 kg par rapport à l'année précédente ; pour la région d'Éville seulement, cette augmentation porte sur environ 19.000 kg. Sauf au Lomami, où elle est restée stationnaire, la production des autres régions est en régression. Il a encore été importé 346.000 kg de beurre en 1959, provenant principalement

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| d'Afrique du Sud      | 295.000 kg |
| du Danemark           | 18.000 kg  |
| de la Rhodésie du Sud | 16.000 kg  |
| de la Belgique        | 12.000 kg  |
| des Pays-Bas          | 4.000 kg   |
| du Kenya              | 1.000 kg   |

S'il faut encore avoir recours à ces importations pour assurer plus de la moitié des besoins de la province, c'est que la conjoncture économique a toujours été très défavorable à la production de beurre. En effet, sa rentabilité n'a cessé d'être compromise par la concurrence des produits importés, vendus à des prix relativement modérés.

Nous avons assisté en 1958, au retentissant dumping provoqué par l'arrivée sur le marché congolais des excédents de beurre belge écoulé à des prix excessivement bas, alors que les beurres en provenance d'Afrique du Sud se vendaient déjà très bon marché.

L'économie de la production laitière s'en est vivement ressentie ; les prix de vente du beurre local ont dû être sensiblement réduits à tel point que, à la Laiterie du Katanga, le degré de valorisation obtenu en transformant le lait en beurre et en lait écrémé n'excédait pas 5,50 F le l. et cela, malgré le prix intéressant réalisé pour le sous-produit.

Ce « manque à gagner » a bien été partiellement compensé par un subside gouvernemental spécial. Malgré cela, malgré le maintien d'un accord conclu l'année précédente avec les importateurs pour l'instauration d'un pool, la rentabilité des fermes laitières est passée par une période très critique. Aujourd'hui la situation semble s'être quelque peu améliorée :

— les cours mondiaux du beurre se sont sensiblement relevés (ce qui a d'ailleurs amené la suppression du pool instauré précédemment) ;  
— certaines dispositions peuvent également être prises par les services des affaires économiques en vue d'un contingentement éventuel des importations.

Mais c'est encore insuffisant pour assurer à la production beurrière une rentabilité satisfaisante qui en favoriserait le développement. Seule une protection efficace à l'échelle Congo serait à même, pensons-nous, de résoudre le problème.

Le marché des PRODUITS AUTRES QUE LAIT ET BEURRE est moins important.

Yogourt, fromage frais, crème fraîche sont appréciés sur les marchés proches de leur lieu de production.

Par contre, lorsqu'ils doivent être expédiés assez loin, les frais de transport grèvent lourdement leur prix de revient (il s'agit bien souvent de transport aérien pour les longues distances), ce qui les place à portée de la concurrence des produits importés.

Leur mode de conditionnement les défavorise aussi, dans ce sens, et cette question mérite d'être étudiée.

Mais même en y remédiant, nous ne voyons cependant pas de grandes possibilités pour cette production.

— Un fromage à pâte dure du type Gouda est également fabriqué à Élisabethville. Dans ce cas aussi, il n'est pas possible de concurrencer en prix les produits similaires importés. Aussi la qualité en souffre-t-elle car il ne serait pas rentable de consacrer à la fabrication de grands efforts, alors que le consommateur européen lui préfère les fromages étrangers.

La vente de ce fromage reste ainsi pratiquement limitée aux achats effectués par l'U.M.H.K. pour sa main-d'œuvre.

En conclusion de ce qui précède, nous devons bien admettre que, dans les conditions actuelles, le marché ouvert à la production laitière commercialisée semble atteindre son point de saturation.

Pour se développer, il faudrait, d'une part, qu'il puisse s'étendre à la grande masse de la population et, d'autre part, que des mesures énergiques de protection puissent être prises. Mais, tout cela ne se réalisera vraisemblablement pas dans un proche avenir.

## L'ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION A LA FERME

### *Les prix de revient et leur variabilité*

D'après LAVANCHY (le prix de revient du lait 1952), l'agriculteur a trois possibilités de déterminer le prix de revient de ses produits :

- a) une détermination empirique par approximation, par estimation.  
<sup>1)</sup> C'est celle que l'on rencontre le plus généralement ici. Elle est subjective et personnelle et sujette à des écarts plus ou moins grands d'un individu à l'autre.
- b) une détermination comptable d'exploitation. La comptabilité en fournit tous les éléments mais les valeurs enregistrées sont le reflet de la gestion technique et commerciale de l'entreprise. Le prix qui en résulte est donc un prix de gestion. Or celle-ci n'est pas toujours rationnelle ; c'est même souvent le cas ici. Un prix basé sur la comptabilité a un rôle de témoin et d'enseignement : il n'a plus une



valeur présente : la preuve est établie par rapport à une époque passée.

Un très petit nombre d'exploitations détermine de cette manière ses prix de revient dans nos régions.

- c) une détermination standard. Les éléments de base de la formation du prix sont établis à l'avance, de telle façon que leur valeur financière puisse être adaptée constamment à leur situation financière actuelle.

Les prix de revient calculés à la Ferme H. DROOGMANS (INÉAC) sont établis en combinant les deux dernières méthodes. Ils peuvent être adaptés au jour le jour et représenter donc une base moyenne valable de discussion. Ils sont établis périodiquement.

Nous en reproduisons ci-après les principaux éléments. Troupeau de 72 vaches laitières Friesland tenu dans des conditions normales — exercice 58/59.

A. Dépenses annuelles d'exploitation (chiffres arrondis).

1) Amortissement du cheptel vivant

|                           |        |        |
|---------------------------|--------|--------|
| valeur actuelle par vache | 12.000 |        |
| valeur réforme            | 8.370  | 86.800 |

2) Alimentation (voir précédemment chapitre alimentation)

|                                                               |         |         |
|---------------------------------------------------------------|---------|---------|
| a) fourrage vert : pennisetum (0,20f le kg)                   | 32.700  |         |
| feuilles et tiges de patates douces (0,25f/kg)                | 61.300  |         |
| maïs fourrage (0,45f/k)                                       | 30.800  |         |
| b) ensilage maïs et pennisetum (0,40f/k)                      | 154.000 |         |
| c) foin de légumineuses (2.-f/k)                              | 71.700  |         |
| d) racines de patates douces (0,65f/k)                        | 29.000  |         |
| e) pâturages améliorés (6.-/tête/jour)                        | 52.300  |         |
| f) aliments concentrés du commerce (4.-k/tête/jour à 3,60f/k) | 444.900 | 876.700 |

|                                                                               |         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|--|
| 3) Litières                                                                   | 52.600  |  |
| 4) M.O.C. 9 hommes + 50% contremaître                                         | 255.100 |  |
| 5) Intérêt du capital bovin engagé 5%                                         | 43.200  |  |
| 6) Risques mortalité 2%                                                       | 17.300  |  |
| 7) Saillies pour 2 taureaux                                                   | 113.900 |  |
| 8) Amortissement et intérêt du capital investi en bâtiments                   | 105.000 |  |
| 9) Amortissement et intérêt du capital investi en mobilier mort               | 85.200  |  |
| 10) Amortissement petit matériel et outillage                                 | 12.600  |  |
| 11) Produits divers                                                           | 62.800  |  |
| 12) Frais pharmaceutiques                                                     | 30.000  |  |
| 13) Frais généraux 310.-fr par tête                                           | 220.00  |  |
| 14) Quote part main-d'œuvre européenne (répartition salaire du fermier : 50%) | 200.000 |  |

Total dépenses annuelles d'exploit.

1.963.500

## B. Recettes.

|                                                                                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1) naissance (70% de naissances viables et de veaux élevables) soit 25 mâles<br>et 25 femelles valeur à la naissance 1500 à 1600 fr. | 76.300        |
| 2) fumier-valorisation 5 tonnes par tête à 120f/T                                                                                    | 54.000        |
|                                                                                                                                      | <hr/> 130.300 |

## C. Prix de revient du lait à l'exploitation

coût de la production 1.963.500 — 130.300 = 1.833.200,-

En tenant compte d'un rendement annuel vache/étable de 3.500 k P.R. = environ 7,25 F. le kilo.

D'autre part, la section d'Économie rurale du Bureau des Études agricoles du C.S.K. s'est attachée à déterminer ce même prix de revient, suivant un schéma semblable, pour plusieurs fermes des régions d'Élisabethville surtout, de Kaniama, et dans certains cas particuliers aux élevages des Muhila.

Dans ce genre d'étude, il apparaît d'abord que l'établissement des prix de revient dans les fermes est de pratique difficile, tant sont souvent imprécises les données comptables de base (parfois même celles-ci sont inexistantes). C'est surtout grâce à des recoupements, à des rapprochements (avec les prix de revient INÉAC par exemple) à certaines estimations que l'on a pu se faire une idée plus ou moins exacte des prix de revient dans les fermes.

Ceux-ci varient sensiblement *d'une région à l'autre*, suivant les conditions écologiques plus ou moins favorables (la rigueur de la saison sèche, par exemple, entraînant l'obligation de pratiquer, pendant une période plus ou moins longue, une alimentation artificielle relativement coûteuse, joue là un rôle déterminant). Si l'on estime que, dans une exploitation rationnellement conduite du Haut Katanga, le prix de revient du lait est de l'ordre de 7 F à 7,5 F on peut considérer que ce prix n'est pas loin de 6 F pour une exploitation semblable de la région de Kaniama et vraisemblablement encore moindre aux Marungu.

La rudesse de la saison sèche, au Haut Katanga, entraîne en effet, l'obligation d'avoir recours à une production fourragère relativement importante, plus onéreuse que l'utilisation des pâturages naturels.

*Dans une même région*, la même variabilité due aux conditions écologiques se rencontre également.

Dans une exploitation normalement pourvue de pâturages de valeur moyenne, le prix de revient est plus élevé en saison sèche qu'en saison des pluies.

Une autre cause de variabilité, dans une même région, réside dans la situation particulière des exploitations.

Telle exploitation pouvant disposer de bons pâturages de saison de pluies et de saison sèche (fonds de vallées) produit certainement un lait à meilleur compte que telle autre qui, faute de pâturages, nourrit pendant la majeure partie de l'année à l'aide de fourrage cultivé.

Variabilité aussi suivant le mode d'exploitation, la compétence de l'exploitant. Il n'est pas rare de constater des différences de 3 à 4 F entre les prix de revient de deux exploitations, l'une rationnellement conduite, l'autre gérée par un fermier incompetent...

« Les fermiers katangais doivent bien se rendre compte et se convaincre que nous atteignons en ce moment un stade économique qui ne laisse plus la moindre chance aux amateurs et aux fumistes (H. Rosy, 1953) ».

### Les principaux facteurs influençant le prix de revient du lait de la ferme

Considérant l'importance des frais fixes d'exploitation, il est évident qu'il y a intérêt à répartir ces frais sur une production aussi élevée que possible (ne dépassant cependant pas la limite économique de rendement) de façon à abaisser le coût unitaire de production. On peut donc dire que l'économie de la production est principalement conditionnée par les rendements « étable » atteints.

*L'élimination des « non-valeurs »* constitue, dans ce but, une opération essentielle. Rien qu'en l'appliquant, un fermier a pu accroître son rendement moyen « vache-étable » de près de 350 l. et voir son prix de revient réduit de 0,60 F. L'aide apportée par le contrôle laitier est concluante à ce sujet.

*L'alimentation* constitue un élément tout aussi important. Alimentation rationnelle, cela va de soi, il n'est pas nécessaire d'épiloguer longuement sur ce facteur de rendement.

Alimentation économique aussi : le bon éleveur s'assure d'une production fourragère de base suffisante, en choisissant, suivant les conditions de son exploitation, les espèces qui lui fournissent les principes alimentaires nécessaires à aussi bon compte que possible...

Il ramène ainsi à une proportion raisonnable la distribution des farineux du commerce, réduisant de cette façon l'influence défavorable d'une augmentation du coût de ces aliments sur le prix de revient du lait.

En 1959, par exemple, nous avons assisté à une hausse sensible des constituants des mélanges (22 % pour le tourteau de coton, 19 % pour le tourteau de palmiste et 31 % pour le tourteau d'arachide, par rapport à l'année précédente).

Ceux qui font un usage inconsidéré de ces concentrés ont évidemment vu leurs frais d'exploitation se gonfler excessivement.

*L'état sanitaire* du cheptel est à citer également, en tant que facteur de production.

Il y a lieu de souligner qu'en général, les fermiers des environs d'Élisabethville, aidés par les spécialistes des services officiels (CSK et INÉAC) ont fait un réel effort pour améliorer les rendements de leur cheptel, comme en témoignent les résultats laitiers enregistrés ces dernières années.

En dehors de facteurs affectant les rendements, d'autres éléments sont susceptibles d'influencer plus ou moins fortement les prix de revient.

Le coût de la main-d'œuvre, par exemple, intervient déjà pour 10 à 13 % environ dans les frais d'exploitation proprement dits ; or, ce coût influence également le prix de revient des cultures fourragères et il faut compter aussi sur sa répercussion sur tous les autres produits du marché.

En ce qui concerne particulièrement les fermiers qui livrent leur production laitière à la laiterie, on considérera aussi qu'une augmentation de la main-d'œuvre les défavorise doublement : d'une part, le prix de revient du lait à la ferme augmente et, d'autre part, le prix payé pour leurs apports diminue.

Le coût de la main-d'œuvre congolaise a constamment et sensiblement augmenté ces derniers temps (augmentation du salaire de base, augmentation des charges sociales) et, vu les circonstances actuelles, de nouvelles augmentations sont inéluctables.

*L'importance des investissements* et les charges qui en résultent (amortissement, intérêts du capital investi) constituent également un facteur économique à ne pas perdre de vue.

On constate encore trop souvent des surinvestissements ainsi que de nets déséquilibres entre les capitaux vivants et les capitaux morts investis ; autant d'éléments préjudiciables à l'économie de l'exploitation.

Nous ne nous étendrons pas plus longuement sur les facteurs influençant le prix de revient du lait de la ferme : les principales considérations suffisent pour démontrer que les grands principes d'économie rurale se vérifient n'importe où et dans n'importe quelles conditions.

#### CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA RENTABILITÉ DE LA SPÉCULATION

Il découle de ce qui précède que la rentabilité de la spéculation laitière est aussi bien conditionnée par la conjoncture du marché que par les facteurs influençant le coût de la production à la ferme.

H. Rosy écrivait déjà en 1953 :

« La rentabilité de la spéculation laitière dépend de divers facteurs dont certains sont contrôlables par les fermiers eux-mêmes tandis que d'autres échappent à leurs moyens d'action normaux et habituels.



*Les bases économiques* de toute l'organisation reposent autant sur la *production* que sur le *traitement* ou la *commercialisation*, donc les efforts doivent porter *simultanément* sur ces trois éléments.

*Dès lors, une sérieuse coordination s'impose.*

D'autre part, pour assurer la rentabilité totale, il faut que la production soit rationnelle et que son usinage et sa commercialisation se fassent avec le souci de la valoriser aussi complètement que possible.

*La production* peut être sensiblement améliorée par la disposition d'un bétail mieux sélectionné et mieux suivi grâce à une généralisation du contrôle laitier, par l'usage d'une alimentation mieux équilibrée en valeur, qualité et coût, résultant à la fois des cultures fourragères, des ensilages, des pâturages et de l'utilisation judicieuse et économique des concentrés.

*Le traitement et la commercialisation* seront améliorés dans la mesure où la proportion de lait frais commercialisé sera plus élevée et que la valorisation des sous-produits sera intensifiée grâce à un élargissement du marché et de la consommation individuelle et à un usinage rationnel.

Il faut reconnaître que, dans les bonnes exploitations, un réel effort a été accompli en vue de diminuer, dans toute la mesure du possible, le coût de la production. On peut même affirmer que les bases élémentaires de l'élevage laitier ne posent plus de problèmes importants.

Dans ce domaine, les services rendus par les organismes tels que le CSK et l'INÉAC méritent d'être soulignés.

En laiterie, la fabrication de produits pouvant rivaliser avec les produits importés a été le principal objectif.

Mais tous ces efforts, tous ces résultats acquis, ne peuvent assurer à eux seuls la rentabilité de la spéculation : celle-ci ne sera certaine que s'il existe de réelles possibilités d'écoulement, à des prix suffisamment rémunérateurs.

Comme dit au début de ce chapitre, la question de valorisation reste donc essentielle et, à ce propos, il y a encore lieu d'insister sur la nécessité d'une protection efficace de la production.

Et cette protection est méritée si l'on considère le rôle économique et social joué par les fermes laitières dans la province. Rôle économique, de par l'importance des capitaux investis (cheptel, capital foncier et améliorations foncières, constructions, équipements mécaniques, capitaux d'exploitation...). Rôle social, aussi, de par le nombre de travailleurs appelés dans les exploitations qui ont vu leurs conditions de vie sensiblement améliorées, comme en attestent les réalisations sociales faites en leur faveur (salaires, avantages en nature, amélioration des conditions de logement, sécurité sociale...).

Que nous réserve l'avenir ? Nul ne saurait le dire avec certitude, tant l'économie de la spéculation est tributaire d'éléments dont la plupart sont indépendants de la volonté du producteur :

— fluctuations des salaires et charges sociales, du travailleur congolais ;



- possibilités du marché du lait entier ;
- concurrence des produits importés ;
- aide aux investissements (crédits) ;
- maintien des services conseils.

Nous formons le vœu que le Gouvernement congolais ne perdra pas la chose de vue, et fasse en sorte que cette spéculation puisse non seulement se maintenir mais également se développer pour le plus grand bien de la population tout entière.

## BIBLIOGRAPHIE

### CHAPITRE I. Généralités (Le Milieu).

- E.-A. BERNARD. Aperçus fondamentaux sur la climatologie du Katanga (Comptes rendus des travaux du Congrès Scientifique du C.S.K. - 1950).
- F. BULTOT. Cartes des régions climatiques du Congo Belge (*INEAC* 1950).
- M. ROBERT. Géologie et Géographie du Katanga (1956).
- A. SCHMITZ et A. MISSON. Catalogue de l'Arboretum de l'Étoile (Publication du C.S.K. - Série B, Fascicule 15-1959).
- LHOAS. Monographie forestière du Katanga, 1958.
- Sys, C. Cartographie et classification régionale des sols au Congo Belge (3<sup>e</sup> Conférence Interafricaine des Sols-Dalaba 1959).
- Sys, C. La classification des sols congolais (3<sup>e</sup> Conférence Inter-africaine des Sols-Dalaba 1959).
- VAN DER SMISSEN, A. Aperçu sur l'Économie agricole de la Province du Katanga (Ministère des Colonies, 1956).
- H. ROSY. Les spéculations d'élevage en région d'Élisabethville (aspects économiques) 1953.
- GILLAIN, J. Organisation et Exploitation des Élevages au Congo Belge-Zootéchnie Générale (Ministère des Colonies, 1953).
- THURIAUX, L. et LENAERTS, L. Renseignements concernant l'alimentation du bétail laitier au Katanga, *C.S.K.*, 1947).

### CHAPITRE II. Élevage bovin laitier.

- Vte Roger D'HENDECOURT : L'élevage du Katanga (Desclée-De Brouwer 1953).
- COMITÉ SPÉCIAL DU KATANGA : Rapports Annuels pour les exercices 1934, 1935, 1936, 1937 et 1948 à 1959.
- INEAC STATION EXPÉRIMENTALE DE KEYBERG : Rapports Annuels du Groupe Zootechnique de 1951 à 1959.
- M. JOTTRAND, A. LAHOUSSE et M. VANDENBRANDEN : Comportement physiologique du bétail laitier Friesland du Haut-Katanga (*INEAC- Série Technique* n° 55, 1959).
- M. JOTTRAND. Quelques aspects économiques de la spéculation laitière autour d'Élisabethville (*Bull. Inf. INEAC*, II, 5, 1953).
- M. JOTTRAND. L'alimentation fourragère du bétail au Haut-Katanga (*Bull. Inf. INEAC*, V, 3, 1956).
- M. JOTTRAND. Le prix de revient du lait dans la région d'Élisabethville (*Bull. Inf. INEAC*, V, 5, 1956).

- M. JOTTRAND. L'alimentation des veaux dans le Haut-Katanga (*Bull. Inf. INEAC*, VI, 1, 1957).
- E. DETILLEUX. Cultures fourragères dans la région d'Élisabethville (*Bull. Inf. INEAC* III, 5, 1957).
- M. JOTTRAND. Les spéculations d'élevage dans la région d'Élisabethville — Aspects techniques (inédit, 1953).
- A. CAPPAERT et M. VANDENBRANDEN. Quelques notes sur l'hygiène de la traite à la Ferme H. DROOGMANS (*Bull. Inf. INEAC*, IX, 1960).
- A. LAHOUSSE. Évolution de la teneur en matière grasse du lait au cours de la lactation (*Annales de Gembloux*, n° 1-1960).
- M. VANDENBRANDEN. Observations sur les courbes de lactation du bétail laitier Friesland du Haut-Katanga (inédit, 1959).
- A. LAHOUSSE. Influence de l'âge au premier vêlage sur la production laitière (inédit : 1959).
- A. MOLS et A. LENAERTS. Premiers résultats du contrôle laitier effectué dans les fermes des environs d'Élisabethville. (*Comptes Rendus du Congrès Scientifique du CSK*, 1950).
- J. GILLAIN. Le problème de l'insémination artificielle au Congo Belge. (*Comptes rendus du Congrès Scientifique du CSK*, 1950).
- A. LAHOUSSE. L'influence du silage sur la matière grasse du lait. (inédit, 1959)
- E. DETILLEUX et M. DALEBROUX. Résultats d'essais fumure réalisés en région d'Élisabethville sur quelques plantes fourragères et vivrières : Pommes de terre, patates douces, Maïs et Pennisetum (inédit, 1959).
- P. QUARRE. Amélioration des pâturages naturels et création de pâturages artificiels au Katanga. CSK 1950.
- Dr. SZANUNIEWICZ. Note sur quelques cultures fourragères au Katanga dans la région de Jadotville-Kolwezi et des Blancs.
- Dr. HALEN. Production hygiénique du lait. (*Katanga Agricole et Economique*, n° 3, 1958).
- L. HENNEAUX et COMPÈRE. Le ravitaillement en calcium et en phosphore et le comportement du squelette du bétail au Congo Belge (*INEAC, Série Technique*, n° 45-1959 Congo Belge).
- L. HENNAUX. L'alimentation minérale du bétail au Congo Belge (*INEAC, Série Technique*, n° 48-1956).
- SERVICE VÉTÉRINAIRE PROVINCIAL DU KATANGA. Rapport Annuel 1959.
- SERVICE DE L'ÉLEVAGE PROVINCE DU KATANGA. Rapport Annuel 1959.
- L. TOBBACK. Les maladies du bétail du Congo Belge (Ministères de Colonies, 1951).
- CHAPITRE III. Économie de la spéculation laitière.
- A. LAHOUSSE. Le prix de revient du lait dans la région d'Élisabethville. 1959.
- LAVANCHY. Le prix de revient du lait. 1952.
- H. ROSY. Les spéculations d'élevage en région d'Élisabethville — aspects économiques. 1953.
- R. HENRIOUL. Gestion des Exploitations Agricoles (*Katanga Agricole et Economique*, n° 10-1960).
- R. HENRIOUL. Économie Rurale. (*Katanga Agricole et Économique*, n° 6 et 7, 1958).
- R. HENRIOUL. Comptabilité à la Ferme — Méthode simple de travail (*C.S.K.*, 1956).
- M. JOTTRAND. Quelques aspects économiques de la spéculation laitière autour d'Élisabethville (*Bull. Inf. INEAC*, II, n° 5, 1953).
- M. JOTTRAND. Contribution à la recherche d'une solution au problème de la rentabilité de la spéculation laitière (inédit, 1956).

## RÉSUMÉ

La spéculation laitière se pratique, au Katanga, dans des conditions de milieu très variables auxquelles doivent s'adapter les méthodes de production.

Parmi les conditions écologiques défavorables rencontrées, il y a lieu de mentionner particulièrement la rigueur de la saison sèche et la faible valeur alimentaire des pâturages naturels.

Pratiquement aucune race européenne pure ne pourrait subsister dans les conditions alimentaires du milieu naturel du Katanga, sans risque de dégénérescence.

Seuls, des troupeaux tenus dans des conditions artificielles qui s'opposent à celles défavorables du milieu, peuvent se maintenir.

Il est difficile d'affirmer la supériorité d'une race sur une ou plusieurs autres, tout dépendant des conditions locales et du but poursuivi.

Actuellement, c'est le bétail Friesland qui domine (lait).

Grâce à une sélection dans les troupeaux, à la pratique d'une alimentation rationnelle et à l'instauration de soins sanitaires adéquats, les rendements laitiers peuvent atteindre un niveau satisfaisant.

Le problème de la fécondité des laitières a retenu toute l'attention et d'utiles observations ont été mises en évidence à la lumière des travaux effectués dans ce domaine.

En ce qui concerne la méthode d'élevage, la formule de la stabulation libre semble présenter des avantages assez marquants.

Au point de vue économique, la rentabilité de la spéculation est aussi bien conditionnée par la conjoncture du marché des produits laitiers que par les facteurs influençant le coût de la production à la ferme. Dans les bonnes exploitations, ce coût a été réduit dans toutes la mesure du possible.

Le problème reste donc l'écoulement de la production à des prix suffisamment rémunérateurs. Or, le marché ouvert actuellement à la production katangaise est assez limité : d'une part, les besoins en lait frais (des grands centres) sont largement assurés, d'autre part, la valorisation de l'excédent de la production sous forme de beurre est sujette à la concurrence du produit importé.

Il semble donc que seules des mesures de protectionisme seraient à même de solutionner efficacement le problème, permettant alors le maintien, sinon le développement d'une spéculation pratiquée pour le plus grand bien de la population toute entière.

---

### Dairy farming in Katanga

## SUMMARY

In Katanga, dairy farming is practised under extremely variable conditions necessitating the adaptation of production methods.

Amongst the unfavourable ecological conditions encountered, particular mention should be made of the severe dry season conditions and the low nutritive value of the natural pastures.

Practically, no European breed could survive under the feeding conditions of the natural environment in Katanga, without degenerating.

Only herds managed under artificial conditions, opposing the hostile environment, can hold their own.

It is difficult to affirm the superiority of one breed over one or more others, as everything depends on the local conditions and the object in view.

At present Friesian cattle predominates (milk).

Due to a selection in the herds, rational feeding and adequate sanitary provisions, milk production can reach a satisfactory level.

The problem of milk-cow fertility has been closely followed and attention has been drawn to some useful observations as a result of the work carried out in this field.

Concerning breeding methods, loose housing appears to present marked advantages.

From the economic point of view profits in milk production are conditioned by the tendency of the market and the factors influencing the cost of production on the farm. On well managed farms the latter have been reduced as much as possible.

The remaining problem is therefore the marketing of the production at sufficiently remunerative prices. In fact, the present available market for the Katanga production is rather limited: the requirements in fresh milk (urban areas) are amply assured, whilst the valorization on the excess production by butter making faces competition with imported products.

Thus, it appears that protectionist measures only can adequately solve this problem, by creating favourable conditions for maintaining or even developing an economic activity for the benefit of the entire population.

### Die Milcherzeugung im Katanga

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Milcherzeugung wird im Katanga unter den verschiedensten Milieubedingungen, denen sich die Methoden der Produktion anpassen müssen, ausgeführt.

Unter den ungünstigen ökologischen Bedingungen, die man antrifft, muss man vor allem die Strenge der Trockenperiode und den schwachen Nährwert der natürlichen Weiden nennen.

In der Praxis könnte keine reine europäische Rasse unter den Nahrungsbedingungen des natürlichen Milieus des Katangas, ohne zu riskieren zu degenerieren, bestehen.

Nur die Herden, die unter künstlichen Bedingungen, die sich den ungünstigen des Milieus entgegensetzen, gehalten werden, können bestehen.

Es ist schwierig, die Überlegenheit einer Rasse über eine andere oder mehrere andere zu bestätigen, da alles von den lokalen Bedingungen und dem angestrebten Ziel abhängt.

Zur Zeit ist es das friesländische Vieh, das vorherrscht (Milch).

Dank einer Auswahl in den Herden, einer rationellen Fütterung und der Anwendung von einer diesbezüglichen sanitären Behandlung, kann die Milchergiebigkeit ein befriedigendes Niveau erreichen.

Das Problem der Fruchtbarkeit der Milchkühe ist eingehend bearbeitet worden, und sehr nützliche Beobachtungen sind an Hand von auf diesem Gebiet ausgeführten Arbeiten gemacht worden.

Was die Zuchtmethode anbetrifft, so scheint die Formel der freien Stallung ziemlich bemerkenswerte Vorteile zu haben.

Vom ökonomischen Standpunkt aus gesehen ist die Rentabilität dieser Erzeugung ebenso durch die Marktkonjunktur der Milchprodukte, wie auch durch die Faktoren, die die Produktionskosten auf dem Hof beeinflussen, bedingt. In den guten Betrieben sind diese Kosten auf ein Mindestmass herabgedrückt worden.

# L'élevage européen dans les régions tropicales d'altitude

par R. COMPÈRE

*Chef du groupe zootechnique et du groupe agrostologique  
de la Station de Recherches agronomiques de l'Inéac de Mulungu-Tshibinda  
(Rép. du Congo)*

## Introduction

Les raisons qui ont présidé à la création d'élevages européens dans les régions d'altitude de la province du Kivu, sont nombreuses et très variées :

- tout d'abord, la présence en altitude de conditions écologiques de température et d'humidité favorables à l'acclimatation de races bovines européennes hautement productrices ;
- la nécessité de ravitailler les centres européens en produits laitiers frais ;
- la possibilité de produire sur place une viande de qualité qui permettrait de réduire les importations provenant des pays voisins ;
- et enfin, un point de vue non négligeable, la production de fumier destiné aux plantations industrielles de théiers et de caféiers installées sur les terres décapées et appauvries en matières organiques.

Les recensements récents (1959) du Service de l'Élevage renseignent un cheptel encore assez restreint ; cela est dû principalement aux mauvaises conditions économiques actuelles : marché intérieur des produits laitiers très limité, dumping des pays étrangers sur les marchés du beurre, persistance de préjugés erronés quant à la valeur de la viande locale.

L'effectif global serait de :

|    |               |
|----|---------------|
|    | 13.646 bovins |
|    | 1.037 ovins   |
|    | 250 caprins   |
|    | 3.962 porcs   |
|    | 49 chevaux    |
| et | 46 ânes       |

La répartition de ce cheptel suivant les divers territoires permet de discerner trois zones importantes à savoir : Masisi et Lubero dans le Kivu-Nord et Kabare dans le Kivu-Sud.



|                  | Bovins | Ovins | Caprins | Porcs | Chevaux | Anes |
|------------------|--------|-------|---------|-------|---------|------|
| <i>Kivu-Nord</i> |        |       |         |       |         |      |
| Beni             | 683    | 106   |         | 137   |         |      |
| Lubero           | 3.136  | 308   | 13      | 1.679 |         | 10   |
| Rutshuru         | 733    | 49    | 42      | 24    | 4       | 6    |
| Goma             | 124    |       |         |       | 1       |      |
| Masisi           | 4.479  | 482   |         | 218   | 13      | 4    |
| <i>Kivu-Sud</i>  |        |       |         |       |         |      |
| Kabare           | 2.659  | 92    |         | 1.680 | 31      | 26   |
| Kalehe           | 1.788  |       | 195     | 1     |         |      |
| Uvira            | 44     | 1     |         | 223   |         |      |
| Total            | 13.646 | 1.037 | 250     | 3.962 | 49      | 46   |

### Données statistiques

1. Importance des exploitations
  - moins de 200 têtes : 88 %
  - de 200 à 1.000 têtes : 12 %
2. Classification des exploitations suivant la structure économique
  - Elevage exclusif : 26 %
  - Elevage + autres activités : 28 %
  - Cultures + élevage : 46 %
3. Classification des exploitations selon la spéculation
  - Laitière : 32 %
  - Boucherie : 36 %
  - Mixte : 32 %
4. Classification des exploitations selon le degré de sang européen
  - Races européennes pures : 41 %
  - Races indigènes : 3 %
  - Bétail croisé : 56 %

Un bref commentaire des données statistiques permet de broser un tableau de la structure générale de la ferme européenne du Kivu.

1) La majorité des fermes, soit 88 %, entretiennent un troupeau ne dépassant pas deux cents têtes, mais représentées par des sujets à fortes productions. Les grosses exploitations, caractérisées par un effectif bovin compris entre 200 et 1.000 têtes, sont assez rares et totalisent les 12 % restants.

2) Par contre, les exploitations dont l'élevage assure le seul revenu atteignent à peine 26 % du total ; elles sont représentées par les élevages laitiers situés aux environs immédiats des gros centres de consommation et par les quelques grosses fermes à orientation boucherie. 46 % entre-

tiennent à côté de leurs cultures industrielles un noyau de bétail qui occupe les terres moins fertiles et fournit la fumure organique.

3) La plupart des fermiers se dirigent vers la production laitière ou vers la production mixte : lait et viande tandis que 36 % seulement s'orientent uniquement vers la boucherie.

4) Enfin, une classification des exploitations selon la proportion de sang européen du cheptel révèle le désir des éleveurs d'intensifier les productions animales en utilisant des races européennes à l'état pur ou en améliorant le bétail local par croisement.

Les statistiques signalent :

|                                                                                         |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Exploitations avec races indigènes :                                                    | 3 %  |
| Exploitations avec races européennes pures :                                            | 41 % |
| Exploitations améliorant le bétail local à l'aide<br>de taureaux de races européennes : | 56 % |

En résumé, la majorité des élevages européens des régions élevées du Kivu sont représentés par des petites fermes à spéculation laitière ou mixte généralement associées à une culture industrielle. Ces fermes pratiquent l'intensification des productions animales en améliorant le bétail local à l'aide de sang européen ou en pratiquant l'élevage des races pures.

## I — Étude du milieu

La création d'élevages intensifs dans un pays neuf nécessite l'étude approfondie du milieu sous ses divers aspects : climatique, pédologique, herbager, fourrager et économique. La connaissance du milieu constitue un point important du programme des stations de recherches de l'I.N.É.A.C. ; il présidera dans les différentes zones écologiques aux choix des races de bétail à introduire, des mélanges herbagers et fourragers à préconiser et des spéculations à entreprendre en vue de diriger l'élevage dans une voie économique saine et stable.

Les régions d'altitude de l'Est du Congo bénéficient d'une situation climatique particulièrement favorable à l'installation d'élevages bovins intensifs. Les pluies abondantes bien réparties au cours de l'année, une saison sèche peu prononcée de 1 à 3 mois permettant encore une certaine production herbagère, un état hygrométrique de l'air élevé, une rosée abondante et une température moyenne oscillant entre 15 et 20° sont autant de facteurs qui favorisent la croissance d'une herbe sèveuse et abondante.

L'étude de la productivité des herbages en relation avec la répartition des précipitations et la variation du déficit de saturation concourt à l'établissement pour les diverses zones d'un calendrier herbager et

fourrager qui aide efficacement l'éleveur à répartir ses ressources fourragères, à diriger ses méthodes culturales et à accomplir ses différents travaux saisonniers.

D'autre part, le sol dérivant de la décomposition de roches basaltiques, de laves ou de cendrées volcaniques possède généralement une fertilité potentielle suffisante qui permet suivant le stade de conservation de l'humus, la création de pâturages artificiels à productions élevées qui maintiennent leurs rendements pendant plusieurs années sans l'apport de fumures organiques et minérales.

Néanmoins, pour les terres dégradées, l'étude de l'influence des moyens de régénération sur l'augmentation des rendements des herbages et de la valeur alimentaire de l'herbe permet de conseiller efficacement l'exploitant.

Les formations herbeuses existantes sont pour la plupart d'origine anthropique et ne se maintiennent que sous l'action permanente du pâturage et l'influence régulière des feux ; ces pâturages sont le domaine des indigènes qui les exploitent depuis bon nombre d'années. Les terres vacantes disponibles pour l'élevage européen ont des origines assez variées : certaines ont été conquises sur la forêt de montagne ; d'autres — ce sont les plus nombreuses — dérivent de formations secondaires : soit des vastes étendues couvertes par le bambou de montagne (*Arundinaria alpina*), soit de brousses arbustives ; d'autres ont profité de certaines formations herbeuses naturelles telles que formations à *Pennisetum purpureum*, marais à cypéracées ou à carex ; d'autres encore viennent après d'anciennes plantations industrielles devenues improductives à la suite de l'envahissement par le chiendent (*Digitaria vestita*). Tous ces terrains ont nécessité pour leur transformation en pâturage des investissements assez considérables qui se chiffrent, selon le cas, de 5.000 à 15.000 francs à l'hectare.

En vue d'éviter les échecs, des services agrostologiques créés par l'I.N.É.A.C. se sont attachés à déterminer les mélanges herbagers assurant les meilleurs rendements dans les conditions écologiques les plus diverses.

Enfin, la situation géographique de la ferme demeure un facteur prépondérant pour l'orientation des spéculations animales. Si aux alentours des centres de consommation, la spéculation laitière est encore actuellement la plus rentable, il n'en est pas de même dans l'arrière pays où la spéculation mixte et boucherie prend une importance plus grande.

Conseillés par les services gouvernementaux, les éleveurs connaissent en prenant pied sur les concessions l'orientation à donner à leur élevage pour obtenir un écoulement aisé de leurs produits.

## II — Choix des races

Mieux que les productions végétales, le format des animaux et leurs productions sont le reflet fidèle de la qualité du sol qui les supporte et de la richesse des herbes qu'ils consomment.

Mis à part le cas extrêmement rare de l'élevage en stabulation, le choix des races bovines à introduire ne devrait pas se faire uniquement selon la spéculation que l'on s'est tracée mais en fonction, surtout, des ressources alimentaires considérées suivant leurs caractéristiques les plus variées. Ainsi, l'abondance de l'herbe, sa morphologie, sa teneur en matière sèche, sa palatabilité, sa digestibilité, sa teneur en protéines et en éléments minéraux sont autant de données qui marquent la carcasse des sujets, leur ossification, leur précocité, leur fécondité, leur embonpoint et leur production laitière.

Les premières introductions portèrent sur trois races européennes à savoir : le Friesland, l'Ayrshire, et le Jersey. Ces animaux à fin unique ne devaient pas apporter entière satisfaction à l'éleveur désirant valoriser à la boucherie ses produits castrés et ses vaches de réforme.

En 1959, l'I.N.É.A.C. entreprit l'introduction de la race Brune des Alpes en se basant cette fois sur des critères écologiques, alimentaires et économiques. Quoi, que de plus logique, de se rapprocher le plus possible de certains facteurs écologiques propres au berceau d'origine du bétail à introduire ; ainsi, la Brune habituée à la vie rude des alpages trouvera sur les pentes du Kivu des conditions similaires. Les études alimentaires en définissant les grands caractères des herbages sont également d'un grand secours pour prévoir le succès d'une introduction. Il est acquis actuellement que les herbages (relativement grossiers mais riches en protéines et en éléments minéraux majeurs tels que Ca et P) poussant sur les terres basaltiques du Kivu, conviennent parfaitement à un bétail de bon format (500 à 650 Kg pour les vaches) et de bonne charpente squelettique, mais peu précoce, assez rustique et gros mangeur.

Le facteur économique acquiert une importance très grande dans ce domaine ; il en a été tenu compte lors du choix de la race Brune. Pays neuf, possédant encore des possibilités restreintes sur le marché local des produits laitiers et de la viande de qualité, le Kivu exige un bétail à fins nombreuses et on entend par-là : lait, beurre, viande et traction. La ferme en jouissant de revenus multiples pourra mieux supporter l'effondrement momentané de l'une ou de l'autre spéculation.

Un tour d'horizon objectif permet de tirer les conclusions suivantes quant aux résultats de l'introduction des différentes races européennes. Tout d'abord, le Jersey, bétail exclusivement beurrier, a très peu de

chance de subsister et déjà, il est remplacé progressivement par absorption à l'aide d'autres races : Brune des Alpes ou Friesland. Fortement concurrencées par un intense dumping des pays étrangers sur le marché intérieur du beurre, les exploitations de Jersey pur ne savent pas se défendre en se dirigeant vers une autre spéculation. L'absorption à l'aide de races mixtes augmente et améliore le format des bouvillons qui seront vendus sur le marché local au lieu d'être tués à la naissance comme cela se passe à l'heure actuelle. Les quelques troupeaux Ayrshire des environs de Bukavu se sont maintenus jusqu'à présent grâce au prix du lait, relativement élevé, payé aux producteurs (5,5 F le litre). La baisse récente du prix du lait (4 F le litre) place ces exploitations, à objectif laitier, dans une moins bonne situation.

L'élevage du bétail Friesland, nettement modifié puisqu'il se rapproche du type mixte, a pris une grande extension grâce à l'introduction aisée de géniteurs provenant des territoires anglais. Le Friesland et le Brun-Suisse demeurent les deux races en extension à l'heure actuelle.

L'achat d'un bétail pur sang est non seulement onéreux mais expose un capital vivant important à des risques nombreux : maladies tropicales contre lesquelles on est mal armé, stérilités d'origines diverses, déficiences alimentaires mal connues, dégénérescences, accidents, etc.

Au surplus, le colon éleveur possède généralement une formation technique rudimentaire ou nulle, ce qui le conduit fatalement à produire des erreurs d'alimentation grossières qui marquent son bétail pour une période parfois très longue.

Devant cet état de faits qui concourent à décourager les plus audacieux, les zootechniciens et les vétérinaires conseillent actuellement aux exploitants de faire leur apprentissage en pratiquant l'absorption des souches locales par des taureaux de races européennes déjà expérimentées dans la région.

Dès le premier croisement, les éleveurs obtiennent avec un bétail très rustique des productions élevées et régulières, ce qui contribue à créer une réelle émulation pour l'élevage.

Les chiffres publiés par le groupe zootechnique de Mulungu <sup>(1)</sup> pour les demi-sang Bruns-Suisses et confirmés en quelques endroits chez certains éleveurs, témoignent de la réelle valeur de ces produits. Ainsi, les bouvillons demi-sang atteignent, sur le pâturage uniquement, un poids moyen de 501 Kg à 3,5 ans, ce qui permet d'obtenir, vu leur format réduit, des animaux de boucherie dans un excellent état d'em-

(1) R. COMPÈRE, Résultats obtenus avec le premier croisement « Bétail Indigène X Race Brune des Alpes », à la Station de Mulungu, Bull. Agr. du C.B. et du R.U., LI, 3, pp. 617-646. (1960).



bonpoint. Par contre, les femelles relativement précoces ont un poids moyen de 300 Kg lors de la première saillie qui a lieu à 24 mois. Et en plus, la production laitière moyenne de 2.768 litres en 244 jours à 4,73 % de matières grasses, obtenue en station, révèle les excellentes performances laitières et beurrières de ces produits.

Au Kivu, le succès du croisement Brun-Suisse grandit de plus en plus parce qu'il réunit toutes les qualités qu'un pays neuf sans économie pastorale bien fixée attend de son cheptel ; c'est-à-dire à la fois une bonne production de lait et de viande, une précocité moyenne, une rusticité réelle ainsi qu'une excellente consommation et transformation de ses productions fourragères abondantes, mais malgré tout de valeur moyenne.

**Performances du bétail demi-sang Brun-Suisse**

| Age  | Poids moyens des<br>bœufs demi-sang | Poids moyens des<br>femelles demi-sang | Poids moyen des<br>femelles indigènes |
|------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 an | 205                                 | 184                                    |                                       |
| 1,5  | 261                                 | 231                                    |                                       |
| 2    | 350                                 | 281                                    | 226                                   |
| 2,6  | 405                                 | 352                                    | 257                                   |
| 3    | 458                                 | 387                                    | 285                                   |
| 3,5  | 501                                 | 415                                    | 330                                   |
| 4    |                                     | 435                                    | 347                                   |
| 4,5  |                                     | 442                                    | 354                                   |
| 5    |                                     | 458                                    | 358                                   |

### III — Alimentation du bétail

Étant donné les conditions climatiques favorables à la croissance d'une herbe abondante et riche, l'alimentation de base de ce cheptel hautement productif est constituée par l'herbage. A ce point de vue, le Kivu se distingue des autres régions pastorales du Congo où le bétail européen ne peut attendre de l'herbage qu'une faible ration d'entretien et de broutement pendant une certaine période de l'année.

#### 1. CONDITIONS PRÉEXISTANTES

Possédant à l'origine des terrains boisés ou des formations arbustives secondaires, l'éleveur n'a pas le choix et se dirige automatiquement vers l'établissement de prairies artificielles.

Certains bénéficiant de jachères herbeuses récentes à *Digitaria vestita* et *Paspalum conjugatum*, ont eu la tâche plus aisée et ont pu pâturer directement moyennant certaines petites améliorations.

## 2. INTRODUCTION DE PLANTES HERBAGÈRES ET SÉLECTION DE TYPES LOCAUX DE VALEUR. ESSAIS DE MÉLANGES HERBAGERS

L'intensification des productions animales ne pouvait se concevoir sans une amélioration parallèle du milieu alimentaire représenté ici par l'herbage.

A cet effet, de nombreuses plantes introduites de divers pays tropicaux et tempérés ont été cultivées en petites parcelles d'observation et celles répondant favorablement aux critères : de vigueur de la repousse, de rendement en matière sèche, de valeur alimentaire et de palatabilité, ont été expérimentées en pâturage.

Les graminées et les légumineuses locales n'ont pas été délaissées et la sélection des types suivant la production et la valeur alimentaire ont permis de réaliser des pâturages hautement productifs.

Enfin des mélanges herbagers plus ou moins complexes ont été expérimentés et plus spécialement des mélanges de graminées et de légumineuses jouissant d'une nodulation abondante et parfaitement active.

Les recherches agrostologiques effectuées par la Station de Mulungu pendant plusieurs années ont permis de retenir trois types de pâturages artificiels pour les altitudes de 1.450 m à 1.900 m et deux types pour les altitudes de 1.900 à 2.500 m.

Pour les régions basses, les trois pâturages retenus après avoir subi avec succès les tests d'exploitation sont : le mélange Kikuyu-Trèfle ladino, le mélange *Brachiaria ruziziensis* — Trèfle ladino et les divers *Setaria splendida* et *spacelata*.

Pour les régions très élevées, le mélange Kikuyu-Trèfle ladino et les diverses combinaisons *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Bromus catharticus*, *Festuca elatior* et Trèfle ladino réalisent des herbages typiquement européens.

Les espèces fourragères destinées à permettre le passage aisé de la période de soudure ont également été étudiées sous les divers critères : rendement, valeur fourragère et prix de revient.

Un choix basé sur des essais en grand a désigné principalement pour les altitudes de 1.450 à 1.900 m : le *Tripsacum laxum*, le *Desmodium intortum* et le *Leucaena glauca* et pour les zones élevées : les lupins, les vesces, l'avoine fourragère et les choux fourragers.

## 3. ÉTUDE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES HERBAGES RETENUS

L'étude détaillée de la production et de la valeur alimentaire des herbages artificiels conseillés a été conduite en relation avec la variation saisonnière des facteurs climatiques.

Il a été constaté que les faibles consommations individuelles des vaches laitières paraissent constituer le facteur limitant plutôt que la valeur

fourragère du Kg de matière sèche. Ainsi, les animaux ingèrent en moyenne sur un pâturage rationnellement exploité de 1,8 à 2 Kg de m.s. par 100 Kg de poids vif au lieu de 2,5 à 2,7 Kg, chiffres constatés sur les herbages d'Europe.

Cette faible consommation de matière sèche aurait probablement plusieurs causes à savoir : une température ambiante assez élevée au cours de la journée (20° à 30° C) associée à un degré hygrométrique de l'air élevé, une insolation intense, une morphologie et une répartition des herbes moins favorables à la préhension et généralement une faible teneur des graminées en matière sèche.

L'étude de la valeur alimentaire nous renseigne un aliment de bonne valeur énergétique : soit en moyenne 0,8 à 0,85 U.F. par Kg de matière sèche, chiffre particulièrement élevé chez les pâturages tropicaux.

Dans le but d'approfondir les connaissances bromatologiques, la détermination des compositions chimiques a été effectuée pour les différents herbages ; ces données complètent très utilement les chiffres de rendements en herbe et de performances du bétail, et permettent en outre de conseiller aux éleveurs tel ou tel pâturage en fonction de la spéculation bovine envisagée. Si le pâturage à *Setaria*, de composition moyenne constante, représente la meilleure pâture d'embouche ; le Kikuyu-Trèfle assurera au contraire les meilleurs rendements laitiers, grâce à une herbe riche en protéines digestibles ; et enfin, le *Brachiaria*-Trèfle, herbe à haute teneur en éléments minéraux, protéines et carotène, constituera le meilleur enclos à réserver pour le jeune bétail en croissance.

De tels renseignements qui ne sont pas seulement le fruit d'études bromatologiques de laboratoire, mais dérivent également d'expériences utilisant les animaux comme moyens de mesure et d'appréciation, permettent à l'élevage de se diriger progressivement dans un monde de plus en plus familier.

L'étude des variations saisonnières de la valeur bromatologique de l'herbe permet en outre de déceler les déséquilibres et carences momentanés en vitamine A, en matières grasses, en protéines et en éléments minéraux. A la lumière des résultats acquis, bien des affections organiques, des troubles alimentaires, des désordres au niveau de l'ovaire ont trouvé leurs causes dans l'alimentation ; le processus physiologique à l'origine de leur apparition a été décrit et des remèdes ont pu être préconisés.

La production moyenne de nombreux herbages exploités depuis quelques années sans engrais minéraux et organiques est, si l'on s'en réfère aux chiffres cités par la littérature, assez élevée et estimée de 3.500 à 4.500 U.F. par ha et par an avec une charge comprise entre

1,5 et 2 têtes de gros bétail par ha. De telles productions justifient donc les frais d'installation des pâturages artificiels ainsi que les recherches nécessaires à l'expérimentation de graminées, de légumineuses et de mélanges herbagers plus productifs et de meilleure valeur fourragère.

#### 4. INTENSIFICATION DES PRODUCTIONS HERBAGÈRES

L'éleveur du Kivu se dirige avec raison vers une intensification de plus en plus accrue des productions herbagères, car il y est poussé par la surface réduite des terres disponibles, l'augmentation continue du coût de la main d'œuvre, les conditions climatiques favorables, la qualité des fourrages et les exigences de plus en plus fortes d'un bétail perfectionné. La sélection du bétail européen et l'absorption de plus en plus poussée du bétail local en augmentent nécessairement les besoins alimentaires aussi bien au point de vue qualitatif que quantitatif.

##### a. *Choix d'un système de rotation poussé*

En tout premier lieu, la mise au point d'un système de rotation très perfectionné a été réalisée avec un repos optimum de l'herbe allant de 27 à 33 jours et un temps d'occupation de la parcelle de 3 à 4 jours. L'éducation des éleveurs sur ce point primordial a permis en partant du pâturage continu devenu peu productif de tripler les rendements grâce à la détermination d'un système de rotation régional adéquat.

##### b. *Amélioration de la jachère naturelle*

Si une rotation convenable augmente notablement la valeur herbagère de la jachère naturelle, cette dernière ne permet pas encore d'assurer suffisamment de ressources alimentaires pour satisfaire les besoins d'un gros bétail. L'étude de graminées hautement productives susceptibles de se maintenir et de se multiplier à l'intérieur du couvert existant a résolu partiellement le problème.

Actuellement, l'emploi de légumineuses indigènes et étrangères à forte activité symbiotique avec des rhizobiums très actifs tend à réaliser des pâturages permanents présentant un gazon varié et stable dont la productivité s'améliore ou, tout au moins, se maintient au cours de l'exploitation.

##### c. *Augmentation du rendement à l'aide de différents moyens de régénération*

Après plusieurs années d'exploitation, on constate très souvent un très grand tassement du sol des pâturages artificiels.

L'absence de gelées, la rareté des vers de terre, ces laboureurs liliptiens, l'action néfaste du soleil et de la saison sèche sur les réserves organiques du sol sont autant de facteurs qui agissent défavorablement sur le maintien d'une bonne structure. L'herbe dont le système radi-

culaire s'atrophie à la suite du tassement, diminue de taille, forme un épais feutrage de rhizomes et assure des rendements de plus en plus faibles.

L'étude approfondie des différents systèmes de régénération par les services de recherches agronomiques a permis de donner aux éleveurs une réponse constructive sur les possibilités d'augmenter ou de maintenir économiquement leurs productions.

|                                               | Jachère naturelle | Jachère améliorée à l'aide<br>de <i>Setaria sphacelata</i> |
|-----------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|
| Production moyenne annuelle de m.s. (Kg)      | 4.754             | 6.321                                                      |
| Production moyenne annuelle de protéines (Kg) |                   |                                                            |
| a) Protéines totales                          | 490               | 760                                                        |
| b) Protéines digestibles                      | 216               | 416                                                        |
| Charge moyenne en U.G.B./Ha                   | 1,30              | 2,11                                                       |
| Composition chimique                          |                   |                                                            |
| Protéines totales % de m.s.                   | 11,26             | 12,47                                                      |
| Protéines digestibles % de m.s.               | 5,05              | 6,86                                                       |
| Cellulose brute % de m.s.                     | 32,23             | 30,90                                                      |
| Ca en mg/Kg de m.s.                           | 4.168             | 3.956                                                      |
| P en mg/Kg de m.s.                            | 3.411             | 3.890                                                      |

#### a) Régénération mécanique du sol

Dans les sols excessivement tassés, les appareils communément employés en pays tempérés tels que cultivateur, régénérateur de prairie, réalisent peu d'aération ; il faut avoir recours à du matériel plus lourd : charrue à disques ou *rome-plow* qui assure un pseudo-labour indispensable à une réoxygénation complète du sol.

Ces méthodes très efficaces et très économiques réalisent tout au plus une aération et une nitrification du sol mais n'en augmentent pas la teneur en éléments organiques et nutritifs, car, au contraire, sous l'influence des travaux répétés, la matière organique humifère est rapidement détruite par les hautes températures régnant au niveau du sol à nu et les bases solubles intensivement lessivées par les fortes pluies.

#### b) Emploi d'engrais organiques

L'enrichissement à l'aide de fumier de ferme appliqué en surface ou légèrement enfoui constitue un procédé très efficace mais généralement peu économique si le fumier peut être employé aux cultures industrielles.

On s'adressera alors à d'autres méthodes d'enrichissement en matières organiques déjà éprouvées telles que fauchage de la prairie après un



repos prolongé suivi de la décomposition du foin sur place ou destruction périodique du refus au rotary-cutter.

### c) Emploi d'engrais minéraux

L'emploi des engrais minéraux en élevage intensif devient chose courante malgré le prix très élevé de l'unité d'élément fertilisant.

Les quantités nécessaires de chaux, de potasse, de phosphore et d'azote ainsi que le meilleur mode d'application déterminés par des essais divers ont permis de fournir à l'éleveur de bétail laitier un schéma d'utilisation économique des engrais minéraux.

Afin de fixer le stade d'intensification auquel sont parvenus les herbages artificiels grâce aux engrais, on citera quelques chiffres frappants. Ainsi dans la région de Kabare, à l'altitude de 2.500 m, le rendement des pâturages fumés est passé de 1.400 U.F./ha à 5.500 U.F./ha et le nombre de litres de lait produit sans supplément de 0 à 6.000 litres par ha. A Mulungu, un essai engrais dont la dose d'azote ne dépasse pas 300 Kg d'urée à l'ha et par an, permet de doubler la charge qui s'élevait déjà auparavant à 2 têtes de G.B. par ha.

Ces rendements très spectaculaires qui étonnent les visiteurs, prédisent aux élevages intensifs des régions d'altitude du Kivu un brillant avenir dans une situation économique normale.

## 5. DIMINUTION DE LA QUANTITÉ DE SUPPLÉMENTS CONCENTRÉS

Néanmoins, tous ces beaux chiffres de rendements en herbe n'aident pas à diminuer la quantité de suppléments concentrés distribués aux vaches pour assurer l'entièreté de la production laitière. Ainsi, dans les meilleures conditions de la prairie à Kikuyu-Trèfle, les plus hautes productions obtenues sans concentré n'ont pas dépassé 10 litres par jour et par vache.

Dans tous les essais entrepris en vue d'augmenter cette valeur, on s'est heurté à la capacité de consommation des animaux en matière sèche qui demeure relativement basse avec les graminées employées. Actuellement, on s'adresse à d'autres mélanges herbagers plus facilement récoltables ou on modifie l'écologie des pâturages en aménageant des prés-bois et des dispositifs d'ombrage.

A haute altitude, les mélanges *Festuca elatior*, *Lolium perenne*, *Bromus catharticus*, *Phalaris tuberosa*, *Dactylis glomerata*, et trèfles rampants permettront peut-être de résoudre ce problème ! Dans cet ordre de recherches, les éleveurs progressistes ont même composé des mélanges plus variés comprenant plusieurs souches de chaque espèce précitée et d'autres plantes de prairies permanentes européennes telles que : *Taraxacum*, *Achillea*, etc.

## 6. IRRIGATION PAR ASPERSION

Pendant les mois de saison sèche, l'évaluation du manque à gagner par suite de la baisse de la production des herbages se situe suivant la qualité du terrain entre 800 et 2.000 U.F./ha.

Au lieu de réaliser des cultures fourragères toujours très onéreuses, certains éleveurs pratiquent l'irrigation des pâturages artificiels par aspersion. A cette époque, de petites doses d'azote : soit 7 Kg d'urée à l'ha sont épandues à l'aide des pompes et assurent pendant la mauvaise saison une repousse abondante et riche en protéines.

A titre documentaire, on signalera que cette méthode d'exploitation a maintenu en pleine saison sèche une charge moyenne de 1.500 Kg de poids vif à l'ha sans la distribution d'aliments fourragers.

## IV. — Situation économique

Si l'ingénieur agronome par son travail méthodique et opiniâtre peut vaincre bien des problèmes techniques, il est souvent dépourvu de moyens en face de certaines situations économiques. Hélas, le point de vue économique actuel fait résonner une note triste et vient poser un grand point d'interrogation pour l'avenir des élevages européens.

A cet effet, on citera plusieurs raisons très défavorables à l'économie des élevages intensifs.

- En premier lieu, le standing très bas des populations africaines limite le marché intérieur des produits laitiers et des viandes de haute qualité.
- Les beurres étrangers fortement subsidiés à l'exportation s'emparent des marchés locaux et seul subsiste un commerce local très réduit « du beurre de ferme ».
- Un préjugé absurde pour les viandes provenant des élevages locaux, règne parmi les consommateurs qui donnent la préférence à des viandes étrangères (Kenya).

Tout cela agit défavorablement sur la valorisation normale des produits de la ferme, car actuellement le lait acheté 4 F au producteur est vendu 12 F au consommateur, la différence étant engloutie par les intermédiaires, les frais de laiterie et la perte subie lors de la transformation en beurre. Il en est de même pour la viande qui, achetée 23 à 28 F le Kg abattu au lieu de 37 à 40 F, est revendue en détail à des prix très élevés : 140 F le Kg pour la première qualité, 130 F la seconde et 85 à 90 F la troisième.

Encouragés néanmoins par les bons rendements de leur cheptel ainsi que par les magnifiques possibilités de leurs herbages, les éleveurs

européens demeurent confiants en l'avenir de leurs exploitations. Loin de freiner leur activité, ils persévèrent dans l'amélioration de leur cheptel et de leurs techniques herbagères, et tendent à affirmer chez les consommateurs la qualité et la haute valeur alimentaire de leurs produits.

---

#### RÉSUMÉ

L'auteur donne en introduction la statistique de l'élevage bovin au Kivu où le cheptel de moins de 15.000 têtes est constitué par :

3 % de bovins de race indigène locale.

41 % de races européennes.

56 % de croisés européens.

Les caractéristiques du milieu autant que l'aspect économique conditionnent le choix des races qui évoluent vers un type mixte lait-viande ou viande-lait avec les races Friesland et Brune des Alpes. Il signale l'excellent comportement du bétail croisé de la race Brune des Alpes.

Les productions herbagères constituant la base de l'alimentation du bétail même fortement amélioré, l'auteur passe en revue les aspects agrostologiques et bromatologiques des parcours naturels améliorés et artificiels. L'intensification herbagère et son exploitation rationnelle assurent durant toute l'année une ration de production atteignant actuellement 10 litres de lait.

La rentabilité de l'élevage intensif est malheureusement difficile, étant donné les prix de vente peu élevés réalisés par les éleveurs.

---

#### European cattle rearing in tropical highlands

#### SUMMARY

The author provides statistics on cattle breeding in Kivu, where the total stock amounts to about 15.000 heads of cattle, consisting of :

3 per cent of a local breed.

41 per cent of European breeds.

56 per cent of European cross breeds.

The choice of the breed is conditioned equally by ecological and economic factors and is evolving towards a mixed milk-beef or beefmilk type with the Friesian and Brown-Swiss breeds. The excellent results obtained with Brown-Swiss crosses are emphasized.

As grass production constitutes the basic food source even for highly improved cattle, the author surveys the agrostological and bromatological aspects of the natural, improved and artificial pastures. Intensive and rational grass production provides a ration which ensures a 10 liter milk production during the whole year.

However, intensive dairy farming encounters difficulties in paying its way, because of the low prices obtained by the farmers for their produce.

---

## Die europäische Tierzucht in den tropischen Höhengebieten

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor gibt in der Einführung die statistische Aufstellung der Rinderzucht im Kivu, wo das Vieh, das weniger als 15000 Köpfe beträgt, in folgender Weise aufgeteilt ist :

- 3 % Rinder eingeborener ortseigener Rasse.
- 41 % Europäischer Rasse.
- 56 % Europäischer Kreuzungen.

Die Eigenschaften des Milieus bedingen wie auch der ökonomische Gesichtspunkt die Wahl der Rassen, die sich zu einem gemischten Typus, Milch-Fleisch, oder Fleisch-Milch mit der friesländischen Rasse oder der braunen Alpenrasse entwickeln. Er beschreibt das ausgezeichnete Verhalten des Kreuzungsviehs der braunen Alpenrasse.

Da die Gräsererzeugung die Grundlage sogar des stark verbesserten Viehs bildet, beschreibt der Autor die Gräserzusammensetzung und den ernährungs-technischen Wert der natürlichen verbesserten und künstlichen Weiden. Die Intensivierung der Grasnutzung und ihrer vernunftgemässen Ausnutzung gewährt während des ganzen Jahres eine Erzeugungsmenge von augenblicklich 10 Liter Milch.

Die Rentabilität der intensiven Tierzucht ist leider schwierig da die Verkaufspreise, die von den Züchtern erzielt werden, sehr gering sind.

---

# Le problème de l'élevage bovin dans les problèmes de demain au Congo

par J. GILLAIN

*Docteur en médecine vétérinaire,  
Chargé de cours à l'Institut agronomique de l'État, Gembloux (Belgique)*

Les sociologues, les économistes sont d'accord pour reconnaître que les aspect économique et social non seulement sont voisins mais ont des relations de cause à effet que les nutritionnistes ont bien mis en évidence dans les pays neufs.

A l'aube de son indépendance, le nouvel état se trouve confronté avec une situation difficile. Les spécialistes se penchent sur les plans de développement économique pour les années à venir en fonction d'une démographie que l'on peut considérer comme très favorable, certains estiment qu'elle est même explosive, puisque on prévoit que vers 1980, la population pourrait atteindre le chiffre de 25 millions d'âmes contre 13 millions actuellement.

Population jeune, les moins de 20 ans représentent 45 % de l'ensemble de la population, en condition physique excellente.

Comme dans tous les pays neufs, le secteur primaire, celui de l'agriculture au sens large, occupe une fraction fort importante de la population.

A. Hommes valides adultes population totale ;

B. Hommes valides adultes employés dans les trois secteurs ;

B<sup>1</sup> Pourcentage hommes valides adultes employés par rapport à population totale ;

C Hommes valides adultes employés dans les exploitations agricoles ;

C<sup>1</sup> Pourcentage hommes valides adultes employés dans les exploitations agricoles par rapport aux employés dans les autres secteurs ;

C<sup>2</sup> Pourcentage hommes valides adultes employés dans les exploitations agricoles par rapport à la population hommes valides adultes ;

D Hommes valides adultes en milieu coutumier dont on peut estimer à 90 % ceux vivant de l'agriculture.

| Année | A         | B         | B <sup>1</sup> | C       | C <sup>1</sup> | C <sup>2</sup> | D         |
|-------|-----------|-----------|----------------|---------|----------------|----------------|-----------|
| 1950  | 3.206.725 | 962.009   | 30,00          | 238.835 | 24,83          | 7,45           | 2.244.716 |
| 1951  | 3.278.315 | 1.030.935 | 31,45          | 243.714 | 23,64          | 7,43           | 2.247.390 |
| 1952  | 3.220.233 | 1.077.693 | 33,47          | 248.512 | 23,06          | 7,72           | 2.142.540 |
| 1953  | 3.362.588 | 1.109.601 | 33,00          | 254.863 | 22,97          | 7,58           | 2.252.987 |
| 1954  | 3.416.119 | 1.146.284 | 33,56          | 265.931 | 23,20          | 7,78           | 2.269.835 |
| 1955  | 3.457.422 | 1.182.871 | 34,21          | 285.818 | 24,16          | 8,27           | 2.274.551 |
| 1956  | 3.493.832 | 1.197.896 | 34,29          | 300.791 | 25,11          | 8,61           | 2.295.936 |
| 1957  | 3.519.120 | 1.147.712 | 32,61          | 295.162 | 25,72          | 8,39           | 2.371.408 |
| 1958  | 3.564.937 | 1.102.270 | 30,92          | 312.922 | 28,39          | 8,78           | 2.462.667 |



Le pourcentage d'hommes valides adultes occupés dans le secteur primaire, qui peut être évalué entre 65 à 70 %, se compare à celui de la Yougoslavie et de la Turquie contre 21 % en moyenne pour l'Europe occidentale. Il est peu probable que de nombreux « primaires » puissent, dans les prochaines années, trouver un emploi dans les secteurs secondaire et tertiaire, malgré l'effort consenti et les programmes envisagés dans ces secteurs.

L'étendue du pays, la faiblesse numérique relative de sa population (6 habitants au Km<sup>2</sup>), le faible revenu des populations (2.100 F par tête et par an), la longueur et l'insuffisance des voies de communication, l'éloignement des ports de sortie sont autant d'obstacles à l'industrialisation du pays.

La part du nouvel état dans le commerce mondial est réduite ; en 1958 les exportations représentaient 0,43 % de ce commerce et les importations 0,40 %.

Malgré ses ressources naturelles élevées mais localisées, le Congo reste un pays essentiellement agricole. C'est vers l'agriculture que les efforts devraient être orientés car le développement industriel et l'expansion d'un marché intérieur sont fonction de l'augmentation de la productivité et des revenus de l'agriculture. On doit souhaiter pour ce pays un développement concomitant de toutes les régions et non une expansion qui amènerait la coexistence d'un enrichissement des régions riches et déjà favorisées et d'un appauvrissement ou la stagnation des régions moins favorisées. Cet équilibre doit être recherché en tenant compte des problèmes des hommes et des familles vivant du travail de la terre dont le niveau de vie ne s'améliore malheureusement pas aussi vite et aussi bien que celui des travailleurs industriels. La population agricole est souvent sous-employée du fait de la nature saisonnière des travaux ; elle souffre du manque de moyens de travail, de la dispersion des productions, de son éloignement des centres de consommation. L'équilibre sociologique dépend donc des chances offertes à tous et il s'avère nécessaire de ne pas précipiter l'émigration des gens de la terre vers les centres incapables de les reclasser.

Alors que l'avenir des productions minérales et de nombreuses productions agricoles dépend pour la plus large part de l'exportation, il n'en est heureusement pas de même pour les productions animales. Les élevages locaux, en effet, malgré un essor spectaculaire depuis 10 ans, ne couvrent qu'une partie des besoins intérieurs, besoins qui ne feront qu'augmenter avec l'accroissement de la population et l'amélioration de son standing. L'exportation des produits d'origine animale ne représente qu'une fraction dérisoire du total et concerne principalement les peaux. Les importations au contraire sont beaucoup plus importantes.

## A. Exportations du Congo Belge et du Ruanda-Urundi

| Année | Totales   |               | Produits agricoles |               | Produits d'origine |               |
|-------|-----------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
|       | Tonnes    | millions F.C. | Tonnes             | millions F.C. | Tonnes             | millions F.C. |
| 1950  | 907.337   | 13.343        | 370.821            | 4.592         | 2.317              | 118           |
| 1951  | 1.075.824 | 19.883        | 397.811            | 6.391         | 1.880              | 131           |
| 1952  | 1.064.606 | 20.085        | 338.828            | 5.704         | 1.743              | 97            |
| 1953  | 1.178.878 | 20.437        | 395.093            | 5.262         | 1.842              | 108           |
| 1954  | 1.347.302 | 20.224        | 417.703            | 5.216         | 1.547              | 81            |
| 1955  | 1.386.792 | 23.142        | 518.000            | 7.719         | 1.622              | 95            |
| 1956  | 1.494.749 | 27.105        | 551.000            | 8.508         | 1.556              | 98            |
| 1957  | 1.530.000 | 23.958        | 574.600            | 8.837         | 1.451              | 86            |
| 1958  | 1.527.000 | 20.581        | 625.000            | 8.536         | 2.690              | 83            |

## B. Importations du Congo belge et du Ruanda-Urundi

| Année   | Totales<br>en millions F.C. | Produits d'origine animale (mammifères)<br>en millions F.C. |
|---------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1950    | 9.559                       | 213.281                                                     |
| 1951    | 15.419                      | 326.467                                                     |
| 1952    | 10.335                      | 207.964                                                     |
| 1953    | 18.000                      | 498.740                                                     |
| 1954    | 18.503                      | 575.381                                                     |
| 1955    | 20.468                      | 644.478                                                     |
| 1956    | 21.908                      | 709.983                                                     |
| 1957    | 17.896                      | 632.840                                                     |
| 1958    | 13.522                      | 678.346                                                     |
| 1959(a) | 13.522                      | 569.498                                                     |

*L'élevage bovin en milieu indigène*

Celui-ci est en net progrès.

L'augmentation numérique s'accomplit surtout par extension de l'élevage dans des zones nouvelles qu'il s'agisse de savanes défendues jusqu'ici par les glossines ou d'éclaircies dans les régions forestières. A côté des classiques problèmes sanitaires du début d'élevage en zone nouvelle, il faut familiariser les nouveaux éleveurs à la tenue et à l'exploitation rationnelle des animaux domestiques. Objectif assez difficile, alors que les intéressés comprennent cependant assez rapidement l'intérêt économique et social de cet élevage.

(a) 11 mois : Janvier à Novembre.

## Élevages des bovidés appartenant aux autochtones

| Année | Cheptel         |                   | Bétail livré à la Boucherie |                   |
|-------|-----------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
|       | Nombre de têtes | Augmentation en % | Poids vif en tonnes         | Augmentation en % |
| 1950  | 393.074         | 100               | 8.388                       | 100               |
| 1951  | 417.492         | 106               | 14.186                      | 169               |
| 1952  | 431.792         | 109               | 13.374                      | 159               |
| 1953  | 457.236         | 116               | 11.399                      | 135               |
| 1954  | 482.367         | 124               | 11.649                      | 138               |
| 1955  | 490.753         | 124               | 8.602                       | 102               |
| 1956  | 509.640         | 129               | 10.464                      | 124               |
| 1957  | 517.440         | 131               | 8.965                       | 106               |
| 1958  | 536.980         | 136               | 9.989                       | 110               |

Dans les milieux traditionnellement pastoraux, la charge maximale est toujours atteinte et souvent dépassée. Malgré les efforts des services spécialisés, il s'agit trop souvent encore d'une exploitation traditionnelle où l'aspect social ou politique reste primordial réduisant ainsi la portée économique de cet élevage qui devient un élevage de subsistance en fonction des besoins immédiats, avec une technique rudimentaire. Cet élevage ainsi conduit est voué à l'immobilisme et vit en marge des échanges économiques.

G. Kevers <sup>(1)</sup> dans quelques monographies régionales du Kivu signale comme revenu annuel donné par une unité

|                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| de gros bétail de 300 à 590 francs |                     |
| de caprin                          | de 405 à 450 francs |
| d'ovin                             | de 255 à 300 francs |
| de poule                           | de 130 à 144 francs |

Ces chiffres étonneront certainement les non-initiés. Signalons encore qu'en Ituri par exemple, alors que l'indice du coût de la vie pour les indigènes a plus que doublé entre 1946 et 1959, les éleveurs ne trouvent pas, sur les marchés indigènes, le prix auquel ils vendaient leurs animaux de 1940 à 1946. Faut-il s'étonner alors du découragement de ces éleveurs qui faute de moyens hésitent à s'engager dans la voie de l'amélioration de leurs productions et à rationaliser leur exploitation.

Sous-alimentés, les animaux ont un développement tardif, 60 kilos à 8 mois pour un veau Sanga, 90 kilos à 1 an. La production laitière est infime, à peine 600 litres par lactation et 1 veau chaque 30 mois,

(1) G. KEVERS (*Bull. agric. du C.B.*-1952 : XLIII-4-967. 1953 : XLIV-5-961. 1956 : XLVII 5-1243).

le premier vêlage se situant souvent vers 5 ans. Avant la pratique du d tiquage systématique, la mortalité des jeunes variait de 39 à 60 %.

Pour favoriser cet élevage, il faut assurer des prix de vente satisfaisants dans une économie d'échange établie sur des bases solides. Mais il ne faut pas se dissimuler que l'amélioration des techniques de l'élevage nécessitera des moyens financiers élevés. La réalisation de l'abattoir régional de Bunia par l'Opas est à ce sujet convaincante mais b n frique.

L'élevage indigène à raison de 5 têtes en moyenne par famille peut assurer plus que la subsistance de 110.000 familles, ce chiffre pourrait facilement être doublé car les espaces verts ne manquent pas. Une importante partie du capital de départ est sur place, les élevages actuels pouvant fournir du bon détail de fondation, bien adapté aux divers milieux. Le service de l'élevage dispose du personnel technique suffisant, il suffit que son budget soit à l'échelle de son programme.

####  levages des bovidés appartenant aux Européens et Sociétés

| Année | Cheptel         |                   | Bétail livré à la boucherie |                   |
|-------|-----------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
|       | Nombre de têtes | Augmentation en % | Poids vif en tonnes         | Augmentation en % |
| 1950  | 270.673         | 100               | 10.207                      | 100               |
| 1951  | 307.159         | 113               | 12.178                      | 118               |
| 1952  | 327.210         | 120               | 15.267                      | 149               |
| 1953  | 348.732         | 128               | 15.583                      | 152               |
| 1954  | 372.830         | 137               | 18.409                      | 180               |
| 1955  | 398.840         | 147               | 17.017                      | 166               |
| 1956  | 426.290         | 157               | 16.847                      | 165               |
| 1957  | 449.075         | 165               | 19.177                      | 187               |
| 1958  | 468.782         | 173               | 20.922                      | 204               |

#### *L'élevage bovin par les Européens*

Seul l'aspect de la production du bétail de boucherie est retenu.

Alors que les réquisitions des années de guerre avaient pratiquement réduit à zéro la progression des élevages européens, celle-ci a été, depuis 1948, très rapide et plus accusée que pour les élevages indigènes

Développement en relation avec les besoins du Congo en pleine évolution mais qui est encore bien insuffisant pour satisfaire la demande intérieure.

Malgré l'écart entre l'offre et la demande, le placement de cette production s' st avéré difficile et ne se réalise depuis 1958 qu'à des prix

bien en dessous des prix des années antérieures et des prix maxima fixés par le gouvernement.

La politique libérale du gouvernement, en ce sens que les élevages locaux se sont développés sans jamais obtenir la plus petite aide économique directe, ni soutien indirect par contingentement des importations ou taxation de celles-ci, n'a pas empêché les éleveurs européens et les sociétés d'élevage de prendre de gros risques pour assurer les besoins du pays.

L'évolution des prix de production et de vente au cours des dernières années est donnée au tableau ci-dessous :

| Année   | 1.        |       | 2.        | 3.               | 4.               |
|---------|-----------|-------|-----------|------------------|------------------|
|         | en tonnes | index | en tonnes | en milliers F.C. | en milliers F.C. |
| 1950    | 11.157    | 100   | b         |                  | 213.281          |
| 1951    | 15.819    | 141   | c         |                  | 326.467          |
| 1952    | 17.184    | 154   | 2.712     | 64.054           | 207.964          |
| 1953    | 16.183    | 145   | 6.467     | 138.493          | 498.740          |
| 1954    | 18.035    | 161   | 7.736     | 192.363          | 575.381          |
| 1955    | 15.372    | 137   | 10.814    | 260.769          | 644.478          |
| 1956    | 16.387    | 146   | 11.067    | 271.968          | 709.983          |
| 1957    | 16.885    | 151   | 10.643    | 271.832          | 632.840          |
| 1958    | 18.546    | 166   | 7.448     | 207.396          | 678.346          |
| 1959(a) |           |       | 5.715     | 192.707          | 569.498          |

1. Production locale viande bovine — 60 % du poids vif y compris la partie comestible du 5<sup>e</sup> quartier.

2. Importation viande bovine statistiques C.B. et R.U.

3. Valeur des importations viande bovine au C.B. et R.U.

4. Valeur des importations produits d'origine animale (mammifères seuls) pour le C.B. et le R.U.

(a) pour les onze premiers mois de l'année.

b c : les viandes bovines ne sont pas séparées des viandes d'autre origine

Notons qu'il s'agit d'un élevage arrivé depuis plusieurs lustres à son complet développement, disposant d'un service technique de premier ordre, bien situé géographiquement et disposant de moyens propres pour valoriser une partie de sa production. Cette illustration montre l'évolution peu favorable de la situation malgré une rationalisation plus poussée et une réduction de l'effectif des travailleurs depuis 1958. La tension entre les prix de revient et de vente est à son maximum par le fait d'un marché intérieur largement ouvert aux importations souvent faites à des prix de dumping. En fait c'est non seulement la rentabilité des élevages, mais leur survie qui se posera à brève échéance si une



amélioration des prix de vente n'est pas obtenue. Les élevages en formation, les élevages défavorisés au point de vue sanitaire et géographique, vendent actuellement à des prix en dessous de leur prix de revient.

L'intensification des productions ne peut être envisagée que si elle est économique, elle doit malheureusement être appliquée sur de vastes superficies peu productrices. La compression des frais d'exploitation par une réduction plus poussée de la main-d'œuvre n'est pas une solution sociale dans un pays de sous emploi. Les élevages européens assurent une vie aisée par un travail modéré à près de 20.000 travailleurs. Grâce à une technicité plus poussée, à une mise de fonds importante dont la rentabilité est toujours faible et tardive, les élevages européens ont une productivité supérieure à celle des élevages indigènes. Pour un cheptel identique en nombre on notera de 2 à 5 % en plus de bétail livré à la boucherie et 50 % en plus de production de viande par suite d'animaux plus pesants et de meilleur rendement.

Pour les éleveurs congolais et européens le problème de la rentabilité des élevages bovins est donc posé. Le pays va-t-il continuer sa politique des prix bas, grâce à des importations démesurées et à des prix de dumping, venant ainsi fausser la politique d'adaptation des élevages et ravalant la production locale à un niveau tellement bas qu'il peut mettre en péril l'avenir de l'économie ?

Il faut insister sur le fait qu'il n'y a pas surcapacité de production de bétail, qu'il est urgent d'assurer un équilibre entre les prix de vente et les prix de revient car on ne peut laisser dépendre les prix du seul mécanisme des marchés quand il y a, comme c'est encore le cas, une forte proportion d'importation.

Il faut souhaiter que les autorités soient attentives :

- 1) à rendre son importance à la fonction des prix comme instrument de direction de la production et de la consommation en vue d'équilibrer l'offre et la demande ;
- 2) d'assurer aux entreprises rationnellement organisées des revenus couvrant les dépenses qui comprennent les moyens matériels d'exploitation, le salaire de tous les travailleurs même s'il s'agit d'une entreprise familiale, ainsi que des intérêts du capital investi ;
- 3) à ce que la participation des divers secteurs de l'agriculture dans l'approvisionnement du pays en denrées alimentaires ne soit pas entravé dans son développement naturel. Si l'extension de la production au dessus du niveau de la demande n'est pas à envisager lors des prix élevés, par contre le ralentissement et l'abandon de ces productions risquent de se produire lorsque les prix de vente se situent en dessous des prix de revient.

## Conclusions

Compte tenu de l'augmentation régulière et importante de la population, de la nécessité d'améliorer le standing de la population et d'arracher les dernières populations dont l'économie de subsistance est encore le lot, les économistes estiment qu'il faut envisager chaque année 5 milliards nouveaux d'investissements.

La part de l'élevage dans l'augmentation des exportations ne doit pas être fort importante puisque actuellement la demande dépasse très largement l'offre locale et que cette situation se retrouvera pendant de nombreuses années encore.

En effet, l'évolution de la production animale est lente surtout en Afrique, de plus elle peut être aggravée par le faible niveau des revenus qui rend difficile ou même impossible les investissements nécessaires à l'intensification des productions. On regrettera à ce sujet que les élevages existants, grands et petits, indigènes ou européens n'aient obtenu, durant la période de prospérité de ces dernières années, qu'une trop faible part dans l'augmentation des revenus de la nation.

L'importante augmentation prévisible de la demande, qui ne pourra pas être assurée par les seuls élevages actuels, demandera des investissements publics et privés pour stimuler le développement de nouveaux élevages, si on veut réduire l'importation des productions d'origine animale et assurer la couverture d'une plus grande partie des besoins par la production locale qui apporterait ainsi sa contribution au développement d'une bonne économie interne.

L'élevage peut apporter une solution à ceux dont le devoir est d'éviter que les zones à faible revenu ne s'étendent sur une portion plus importante du Congo Belge. Les élevages bovins en particulier sont initialement liés à un milieu écologique et économique peu favorisé. Ils peuvent apporter leur contribution à l'évolution favorable du développement de l'homme dans sa personne, sa famille, ses diverses cellules sociales et, ce, dans un milieu où l'industrie et même l'agriculture seraient incapables d'assurer cette évolution. L'élevage en général peut contribuer grandement à freiner l'exode des populations rurales vers les grandes agglomérations. Cet exode aggrave une situation sociale et économique déjà difficile et accule les immigrants à une situation pire que celle qu'ils connaissaient dans leur milieu coutumier.

Il faut souhaiter que tout soit mis en œuvre pour encourager la production animale dans la même mesure que croîtra la demande qui dépend aujourd'hui encore, pour une trop grande part, des importations.

## RÉSUMÉ

L'auteur montre que, malgré une évolution très favorable des élevages bovins au Congo belge dont l'accroissement et la productivité se situent à 151 % et 160 % par rapport à 1950, ceux-ci ne pourront satisfaire l'accroissement de la demande dans les années à venir si des mesures ne sont pas prises pour améliorer leur rendement économique et stimuler leur développement.

A côté de l'intérêt économique des élevages pour le Congo belge, il faut signaler l'aspect social fort important de ceux-ci dans la promotion des populations rurales.

---

**Problems in connection with the prospects of cattle rearing  
in the Belgian Congo**

## SUMMARY

The author shows that, in spite of a very favourable evolution of cattle breeding in the Congo (increase and productivity at the 151 per cent and 160 per cent level compared with 1950), the present rate is inadequate to satisfy an increasing demand in the coming years. It is therefore necessary to improve the economic output and to stimulate development.

Besides the purely economic aspect, the very important social aspects of the problem in consideration of the development of rural populations must be emphasised.

---

**Das Problem der Rinderzucht als Zukunftsfrage  
in Belgisch-Congo**

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser zeigt, dass trotz einer sehr günstigen Entwicklung der Rinderzucht in Belgisch-Kongo, deren Bestand und Produktivität sich seit 1950 um 151 bis 160 % erhöht hat, diese doch nicht das Anwachsen der Nachfrage in künftigen Jahren wird befriedigen können, wenn nicht Massnahmen zur Verbesserung ihrer Wirtschaftlichkeit und zur Förderung ihrer Entwicklung getroffen werden.

Ausser dem wirtschaftlichen Interesse der Viehzucht für Belgisch-Kongo spielt auch der soziale Gesichtspunkt in der Förderung der Landbevölkerung eine grosse Rolle.

---

# L'élevage en Urundi

par P. MATHIEU <sup>(1)</sup>

*Ingénieur agronome, Directeur de la Station de l'INÉAC <sup>(2)</sup>, Lwironza (Ruanda-Urundi)*

## Introduction

L'Urundi, grand comme les 9/10 de la Belgique, est un pays au relief accidenté qui voit s'accroître sa population humaine (2.220.000 en 59) et son cheptel (plus de 400.000 bovins et plus de 1.000.000 de caprins et ovins).

D'après le plan décennal « Le Ruanda-Urundi est un pays que le bétail écrase ». En réalité, l'élevage y est tellement mal conduit qu'il exerce une influence nocive alors qu'il serait susceptible d'améliorer le niveau social des populations rurales si on l'intègre dans l'agriculture par un « mixed-farming » voire même par un « ley-farming » dans les régions les plus peuplées.

## 1 — Situation actuelle de l'élevage

A l'exemple de R. Fiasson, nous analyserons les trois éléments fondamentaux du « problème bétail » à savoir, dans l'ordre d'importance : l'homme, le milieu et l'animal.

### A. L'HOMME

Pour l'européen, l'attitude des pasteurs de l'Urundi vis-à-vis de leur bétail est, de prime abord, un objet de surprise vu que le propriétaire vénère un cheptel qu'il veut le plus nombreux possible sans toutefois faire un effort pour le nourrir. L'élevage bovin y reste un élevage sentimental et de prestige social plutôt qu'un élevage économique.

### B. LE MILIEU

Compris entre les parallèles 2°20' et 4°28' de latitude Sud, l'Urundi est divisé du Nord au Sud par la crête Congo-Nil dont les sommets atteignent près de 3.000 m et les cols dépassent 2.000 m. L'élevage se pratique surtout en altitude quoiqu'il s'installe aussi dans les parties

(1) Ce texte est un résumé de l'article qui paraîtra dans le Bulletin Agricole du Congo Belge N° 3 de 1960.

(2) INÉAC : Institut National pour l'Étude Agronomique au Congo Belge.

plus basses (de 700 à 1.500 m) assainies par le Service Vétérinaire.

La principale région pastorale coïncide avec la zone climatique Cwbi de Köppen, c'est-à-dire qu'elle jouit d'un climat à hivers doux et secs. La température moyenne journalière varie entre 14 et 20° C, la pluviosité fluctue entre 1200 et 1600 mm avec une saison sèche d'environ 4 mois (juin à septembre).

Comme l'Urundi est très peuplé, nous trouvons les pâturages sur les sols pauvres délaissés par les agriculteurs. Les analyses faites par l'INÉAC à Yangambi indiquent une teneur extrêmement basse en phosphore et en sodium et faible en calcium, fer, cuivre et cobalt.

D'après Lebrun, les savanes d'altitude de l'Urundi appartiennent à la région Soudano-Zambézienne, Domaine Oriental, district de la Dorsale Orientale, sous-district de la Haute-Montagne.

Dans ces régions, les forêts ombrophiles de montagne furent détruites depuis des temps immémoriaux par la houe des agriculteurs et depuis quelque trois siècles, par les feux intempestifs des pasteurs. Actuellement, il reste une savane à herbes courtes qui forme les pâturages naturels. Comme une étude de ceux-ci vous sera présentée cet après-midi, nous signalerons simplement que les meilleurs pâturages disparaissent au profit de l'agriculture, pour faire face au croît démographique ; de plus ils se dégradent sous l'action du surpâturage et des feux pratiqués coutumièrement par les pasteurs, pour donner une légère repousse verte au bétail affamé à la fin de la saison sèche. Pratiquement, sur les pâturages naturels, le rustique bétail local prélève une ration normale pendant les trois premiers mois au retour des pluies, une ration d'entretien pendant les autres mois de la saison des pluies et environ le 1/3 de leur ration d'entretien au cours des 5 mois de la saison sèche.

Grâce au Service Vétérinaire, l'incidence des facteurs nosologiques revêt un caractère secondaire et, actuellement, on peut dire que la principale « maladie » du bétail est la faim provenant des carences et précarences des pâturages naturels.

Du point de vue économique, un autre facteur très important est la cysticerose qui affecte la grande majorité des bovins et porcins, par suite des conditions très favorables qu'offre le milieu rural à la multiplication du ténia.

### C. L'ANIMAL

#### 1) Bovins

Le bétail amené par les pasteurs hamites, originaires d'Éthiopie, représente une population où l'on peut distinguer des bêtes « avec »



ou « sans bosse » et pourvues de cornes plus ou moins longues ou même sans corne. Cette variabilité des formes semble justifier l'hypothèse selon laquelle le bétail serait le produit du croisement du bétail hamitique (apparenté à celui de la vallée du Nil) à grandes cornes et dos rectiligne, avec le « *Bos indicus* » à cornes courtes et à bosse musculo-graisseuse, présumé d'origine asiatique.

En saison des pluies, le bétail se nourrit exclusivement sur les pâturages naturels et en saison sèche, il récupère les déchets des cultures vivrières avant de transhummer vers des régions plus basses où des feux hâtifs ont provoqué une légère repousse. Malheureusement ces régions de transhumance sont de plus en plus occupées et les pâturages y deviennent de plus en plus rares. Quant à l'abreuvement, il se fait dans les points d'eau naturels tels que rivières, ruisseaux et sources ou, à défaut, dans des marigots, sources de nombreuses infestations.

Bien que les pasteurs sachent apprécier les bonnes bêtes, la sélection par l'homme est nulle, vu que tout le bétail, d'un ou de plusieurs propriétaires, est réuni en un seul troupeau où la reproduction s'y fait au hasard. Les saillies ne sont réglées que par l'alimentation ; c'est pourquoi elles ont surtout lieu en février-mars, soit 4 à 5 mois après le retour des pluies, quand l'animal a refait ses réserves. Les vêlages ont lieu ainsi à la bonne période, c'est-à-dire en novembre-décembre, au retour de la saison des pluies. Les vaches donnent leur premier veau à 4 ou 5 ans et les naissances ultérieures sont espacées en moyenne de 2 ans (1). Comme les détenteurs de vaches sont très friands de lait, les veaux ne têtent qu'environ 300 litres de lait sur les quelque 600 produits par la mère en sept mois. Dans ces conditions, les veaux pèsent en moyenne 65 Kg à 8 mois et 90 Kg à un an.

Les taurillons sont vendus à l'âge de 1,5 an à 2,5 ans ; en général, ils sont achetés pour l'engraissement par des agriculteurs installés dans des régions plus chaudes du pays où l'élevage coutumier y est plus difficile. Au même âge, les gros propriétaires cèdent, en imbitso, leurs génisses, surtout à des agriculteurs qui bénéficient du fumier nécessaire à leurs cultures vivrières, dont les déchets servent à nourrir les génisses en saison sèche. Un à deux mois après le premier vêlage, les propriétaires récupèrent leur vache et remettent une nouvelle génisse en « imbitso ».

Cette répartition des bovidés nous montre que 38 % du cheptel sont des vaches âgées en moyenne de 9 ans qui ne donnent ainsi que quelque trois veaux sur leur vie.

(1) Les chiffres cités proviennent des observations faites par le Service Vétérinaire et le Service de l'Élevage au Secteur Pilote Sud de Nyangwa (Bututsi).

Les pesées de 57-58 des vaches ont donné un poids moyen annuel de 284 Kg avec une perte moyenne d'environ 40 Kg au cours de la saison sèche.

Le milieu a donc sélectionné un type d'animal de petit format, très rustique, tardif et peu fécond, et, de ce fait, très résistant tant aux maladies qu'aux famines.

## 2) *Petit bétail*

En Urundi, l'élevage de la chèvre (750.000) et du mouton (250.000) est très développé, surtout chez les agriculteurs qui les vendent à destination du Congo Belge étant donné que les Barundi n'apprécient pas cette viande.

L'élevage du porc est pratiquement inexistant en Urundi excepté en bordure de la frontière du Ruanda où les suidés sont nombreux, mais presque tous cysticerqués.

Quant aux volailles, chaque autochtone possède en général quelques poules de race locale, fort rustiques ; ces poules ont un plumage varié, elles pèsent environ 1,5 Kg et pondent des œufs d'environ 40 gr.

## II — Amélioration de l'élevage

La zootechnie étant l'art d'élever les animaux domestiques et de les adapter à des besoins déterminés, on peut dire que cette branche importante de l'agriculture a été malheureusement trop négligée en Urundi, comme dans la plupart des régions tropicales.

Plus que tout autre pays tropical, le Ruanda-Urundi, surpeuplé d'hommes et d'animaux, devait nécessairement améliorer les élevages, tant du point de vue social qu'agronomique et économique.

Dans ce but, le Plan décennal de 1950 a prévu l'amélioration de l'élevage comme suit :

- Le Service Vétérinaire et le laboratoire d'Astrida s'occupent de la pathologie animale.
- L'INÉAC prend part à la mise au point des moyens d'alimenter plus rationnellement le bétail et d'améliorer sa valeur intrinsèque.
- Le Service Zootechnique a pour mission d'introduire en milieu indigène les principes d'amélioration déterminés par l'INÉAC et de multiplier les souches sélectionnées.

### A. L'HOMME

La seule façon d'améliorer et d'augmenter les rendements est de faire saisir à toutes les familles rurales, l'intérêt que représentent les

techniques mises au point dans chaque région, afin qu'ils soient amenés à les adopter volontairement..

Les moyens d'action pour intégrer les méthodes rationnelles d'exploitation sont :

- les conseillers techniques ruraux ;
- la mise au point de méthodes d'exploitation appropriées à chaque colline ;
- les centres de démonstration et autres moyens de diffusion, complétés par des réalisations sociales susceptibles d'améliorer les conditions de vie en milieu rural.

## B. LE MILIEU

Le rôle de l'INÉAC est d'étudier le milieu et l'animal, afin de trouver les meilleures méthodes d'exploitation réalisables par l'indigène.

En tenant compte du facteur humain, il faut augmenter les productions du bétail parallèlement à l'amélioration du milieu.

Comme l'importation de nourriture est économiquement impossible étant donné la pauvreté quasi générale des sols, il faut :

- 1° allier l'agriculture à l'élevage ;
- 2° définir la spéculation agricole ou pastorale de chaque région (terroir) ;
- 3° délimiter pour chaque colline la vocation des terres (cultures, pâturages ou boisements).

Pour l'élevage, étant donné l'importance primordiale de l'alimentation, le programme d'amélioration peut s'établir comme suit :

- 1° apprendre à l'éleveur à mieux nourrir son bétail en améliorant les pâturages et en produisant des fourrages ;
- 2° éliminer les animaux à rendement médiocre ou nul ;
- 3° introduire dans les milieux améliorés et contrôlés, des reproducteurs sélectionnés ou issus de croisement ;
- 4° valoriser les bons produits sur les marchés en basant le prix sur la qualité.

Comme le premier point sera traité dans un exposé d'aujourd'hui, nous ne nous y attarderons pas et quant aux trois autres points, nous y reviendrons dans un instant en parlant de l'animal.

Pour terminer l'amélioration du milieu, signalons le plus grand handicap économique qui est la cysticerose. La lutte contre le ténia est du domaine du service médical et de la zootechnie. Elle est tellement importante, tant du point de vue social qu'économique, qu'elle mérite en Urundi autant d'attention qu'un fléau social.

Le cycle et les moyens de lutte contre les ténias doivent faire l'objet d'une campagne intensive de vulgarisation dans toutes les écoles et en milieu rural.

### C. L'ANIMAL :

#### 1) *Bovins*

Étant donné l'existence d'un cheptel nombreux et rustique, les deux méthodes retenues pour l'amélioration du bétail sont : la sélection et le croisement.

#### a) La sélection

Compte tenu du milieu défavorable et de la variabilité du patrimoine héréditaire du bétail de l'Urundi, la première méthode d'amélioration qui s'imposait était la sélection massale. Les bêtes du noyau de départ du Centre Zootechnique de l'INÉAC à Luvironza furent choisies en milieu rural où 1/2 % des génisses examinées fut acheté.

Tout en ne négligeant pas le caractère « bonne conformation » la sélection, basée sur les contrôles de la descendance, est dirigée vers l'augmentation du rendement laitier qui, actuellement, suffit à peine à nourrir le veau.

Pour satisfaire les besoins en lait des familles rurales, sans contre-carrer l'alimentation des veaux, il faut doubler les rendements laitiers afin d'obtenir des lactations moyennes supérieures à 1.200 litres.

#### b) Croisement

Devant la nécessité d'accroître rapidement les rendements du bétail et, compte tenu des pratiques et possibilités des éleveurs locaux, l'INÉAC a introduit en 1953 des zébus pakistanaïs du type Sahiwal. Ce bétail rustique constitue, quant aux productions viande et lait, un intermédiaire entre les races européennes et celles de l'Urundi. En croisement avec le type local, ce type sahiwal apporte une meilleure conformation, une précocité hâtée et une amélioration de la productivité en viande et en lait.

Pour obtenir le type de bétail déterminé par la spéculation économique de la région, le Centre INÉAC de Luvironza porte ses observations sur les trois points suivants :

- |                          |                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------|
| 1°) Caractères d'élevage | rusticité — vitesse d'accroissement — fécondité. |
| 2°) Caractère lait       | contrôle laitier.                                |
| 3°) Caractère viande     | conformation et rendement boucherie              |

Les sujets sélectionnés ou de croisements en provenance de l'INÉAC sont multipliés par le Service de l'Élevage et introduits en milieu coutumier par les centres de saillies du Service Vétérinaire.

Dans l'alimentation du bétail, en plus des principes énergétiques évoqués lors de l'étude du milieu, l'attention de l'INÉAC fut attirée tout spécialement sur les fortes carences minérales. Grâce aux travaux réalisées à la Station de Zootechnie de Gembloux, dirigés par le Professeur Hennaux, nous avons pu connaître les carences minérales qui étaient très importantes en phosphore, calcium, sodium et non négligeables en magnésium, manganèse, fer, cuivre et cobalt. Ceci nous a permis de mettre à la disposition du cheptel un mélange minéral correctif composé sensiblement comme suit :

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Phosphate de sodium            | 27 %  |
| Phosphate bicalcique précipité | 22 %  |
| Chlorure de sodium             | 45 %  |
| Sulfate ferreux                | 2,5 % |
| » de magnésium                 | 1,5 % |
| » de manganèse                 | 1,5 % |
| » de cuivre                    | 0,3 % |
| » de cobalt                    | 0,2 % |

Ce mélange est mis constamment à la disposition du cheptel ; en novembre, au retour des pluies, les vaches prélèvent en moyenne 100 gr de ce mélange, par tête et par jour, ce qui montre bien les fortes carences minérales des pâturages naturels.

Au sujet de la protection sanitaire du bétail en milieu coutumier, elle est devenue très efficace grâce au Service Vétérinaire qui a couvert le pays avec des centres vétérinaires ruraux comprenant : dipping-tank, kraal d'examen, dispensaire, étable d'hospitalisation, abreuvoir et généralement un centre de saillies y est ou sera annexé.

## 2) *Petit bétail*

Comme les chèvres et moutons pullulent dans la région en toute liberté, pour améliorer ce petit cheptel il faudra résoudre le problème du gardiennage et de protection des cultures et reboisements qui est lié à la question foncière.

Quant aux poules, depuis que le marché est basé sur la qualité, les autochtones achètent des poules de races (Australorp et Rhode Island surtout) dans les centres zootechniques et vétérinaires.

## III — Organisation d'un milieu rural

L'établissement d'un programme de travail, tenant compte des divers points repris dans cet exposé, est à la base de l'activité de tout agent de propagande.



Il est impossible d'établir un plan général, même pour une région ; chaque colline doit donner lieu à un projet d'aménagement particulier, basé surtout sur l'unité « famille ». L'élaboration d'un tel document requiert un personnel bien formé.

L'amélioration des élevages de l'Urundi repose sur les deux points essentiels suivants :

1. un programme d'aménagement établi judicieusement par colline et dirigé par des agents qualifiés. Ce programme doit tenir compte de la vocation des terres et des facteurs politiques, sociaux et économiques de la région.
2. le travail organisé et compréhensif des populations rurales. Grâce notamment à la traction bovine et à une meilleure fumure, l'effort du paysan sera rendu à la fois moins pénible et beaucoup plus productif.

#### RÉSUMÉ

Le Ruanda-Urundi est un pays que le bétail écrase. Et cela pour plusieurs raisons. L'élevage bovin y reste un élevage sentimental et de prestige social plutôt qu'un élevage économique.

Malgré ses connaissances zootechniques, le pasteur ne pratique aucune sélection ; il laisse agir la nature. Le surpâturage et les feux annuels de saison sèche accentuent la dégradation des sols déjà très pauvres. Il faut enfin signaler la cysticerose qui affecte la majorité des bovins et des porcins.

Pour remédier à cette situation, l'amélioration de l'élevage doit être poursuivie sur trois fronts. Premièrement, amener les familles rurales à adopter les techniques mises au point dans leur secteur. Ensuite, valoriser le milieu en alliant l'agriculture à l'élevage, en définissant la spéculation de chaque région et en délimitant pour chaque colline la vocation des terres. Enfin, obtenir un type de bétail rustique, fécond et meilleur laitier, parfaitement adapté à la région, soit par sélection massale, soit par croisement avec le zébu pakistanais du type Sahiwal.

Il est impossible d'établir un plan général d'amélioration des élevages de l'Urundi ; chaque colline doit recevoir un projet d'aménagement particulier qui tienne compte des points cités et qui se base sur l'unité « famille ». Il va sans dire que cette réforme requiert du personnel hautement qualifié.

#### Cattle rearing in Urundi

#### SUMMARY

Ruanda-Urundi is a country overburdened with cattle. A number of reasons, account for this fact. Cattle breeding remains an activity dictated by sentiment and social prestige rather than by economics.

In spite of his technical knowledge, no selection is carried out by the herdsman; he does not interfere with the course of nature. Overgrazing and the annual dry season fires make worse the degradation of this already very poor soil. Bladderworm disease, which affects the majority of bovines and pigs, must also be mentioned.

In order to remedy this situation, the improvement of cattle breeding must be pursued on three fronts:

1) Rural families should be induced to adopt techniques which have been worked out for their sector.

2) The environment should be valorized by linking agriculture with cattle breeding, defining the most suitable production for each area and fixing the vocation of the land for each hill.

3) A rustic, prolific, and higher milk producing cattle breed, perfectly adapted to its environment, should be obtained either through massive selection or crossing with the Sahiwal type pakistanese zebu.

It is not possible to establish a general scheme for the improvement of cattle rearing in Urundi; each hill must have its particular organization, taking into account the above mentioned requirements and based on the family unit. It goes without saying that this reform requires a highly qualified staff.

---

### Die Aufzucht in Urundi

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das Ruanda-Urundi ist ein Gebiet, das vom Vieh erdrückt wird. Und dieses aus mehreren Gründen. Die Rinderzucht bleibt dort eine sentimentale Zucht und ist eher ein soziales Ansehen, als eine ökonomische Züchtung.

Trotz seiner tierzüchterischen Kenntnisse betreibt der Hirt keine Auswahl, er lässt die Natur walten. Die Überbeweidung und die jährlichen Feuer der Trockenperiode accentuieren den Abbau der Böden, die schon sehr arm sind. Schliesslich muss man auch die Cysticerkosen erwähnen, die den Grössten Teil der Rinder und Schweine befallen.

Um diese Sachlage zu beheben, muss die Verbesserung der Zucht auf drei Fronten vor sich gehen. Erstens müssen die bäuerlichen Familien dazu gebracht werden, die Methoden, die in ihrem Sektor für geeignet befunden wurden, anzuwenden, dann das Milieu durch die Verbindung von Landwirtschaft und Züchtung zu valorisieren, indem man für jedes Gebiet der Erzeugung bestimmt und für jeden Hügel die richtige Bestimmung festlegt. Und schliesslich einen robusten, fruchtbaren und milchergiebigeren Viehtypus zu erziehen; dieser muss dem Gebiet vollkommen angepasst sein; dieses Ziel wird durch eine massive Auswahl oder durch die Kreuzung mit dem pakistischen Zebu vom Sahiwal typus erreicht.

Es ist unmöglich, einen allgemeinen Verbesserungsplan der Zuchten in Urundi aufzustellen; jeder Hügel muss ein besonderes Benutzungsprojekt, das mit den erwähnten Punkten rechnet und sich auf die Einheit « Familie » gründet, bekommen. Es ist augenscheinlich, dass eine solche Reform ein hoch qualifiziertes Personal benötigt.

---

# Étude phytosociologique et bromatologique de quelques associations herbagères de la Luvironza

par M. SCAILLET

*Ingénieur agronome à la Station de l'INÉAC, Luvironza (Ruanda-Urundi)*

## CHAPITRE I — Types d'herbage

La végétation de La Luvironza appartient à la région Soudano-Zambézienne, domaine Oriental, district de la Dorsale Orientale, sous-district de la Haute-Montagne. C'est une savane herbeuse, non arbustive.

Le climat, le sol et la topographie ne jouent pour ainsi dire plus aucun rôle dans la différenciation des associations végétales. Depuis longtemps les facteurs anthropiques ont été les seuls essentiels dans cette évolution : le brûlage annuel au début de la saison sèche et le broutage excessif quelques semaines après le passage des feux sont demeurés les deux facteurs synécologiques principaux, ce qui explique que différents types de sol aient pu être colonisés par une même association et que la physionomie et la composition floristique de ces différentes formations herbeuses soient quasi uniformes.

Ainsi donc nous nous trouvons en présence d'une série régressive dont le stade original se compose des groupements d'une part, à *Themeda triandra* et *Exothea abyssinica* et d'autre part, à *Eragrostis boehmii* et *Hyparrhenia bracteata* faciès à *Exothea abyssinica*. Le stade final est l'association à *Loudetia simplex*. Entre ces deux extrêmes, nous rencontrons les associations à *Eragrostis boehmii* et *Hyparrhenia bracteata* et à *Eragrostis boehmii* et *Hyparrhenia bracteata* faciès à *Loudetia simplex* — (voir relevés).

Association à « *Themeda triandra* » et « *Exothea abyssinica* »

|                                                                       |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Numéro du relevé                                                      | 1   | 2   |
| Surface                                                               | 400 | 400 |
| Strate herbacée hauteur en cm                                         | 80  | 80  |
| recouvrement en %                                                     | 100 | 100 |
| Pente en %                                                            | 5   | 8   |
| <i>Exothea abyssinica</i>                                             | 4.3 | 4.4 |
| <i>Eragrostis Boehmii</i>                                             | 1.2 | +1  |
| <i>Hyparrhenia filipendula</i>                                        | 1.2 | +1  |
| <i>Aspilia asperiifolia</i> A. Hoffm.                                 | 2.2 | +2  |
| <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn                                  | 1.1 | 1.1 |
| <i>Setaria sphacelata</i> (Schum.) Stapf & Hubb.                      | 1.2 | +   |
| <i>Trifolium simense</i> Fres.                                        | 2.2 | 2.3 |
| <i>Themeda triandra</i>                                               | 1.2 | 1.1 |
| <i>Sporobolus pyramidalis</i>                                         | 1.1 | +   |
| <i>Eriosema Lebrunii</i> Staner & De Craene                           | +1  | +   |
| <i>Hyparrhenia bracteata</i>                                          | +1  | 1.2 |
| <i>Eriosema Erics-Rosenii</i> R.E. Fries                              | 1.1 | +1  |
| <i>Polygala petitiiana</i> A. Rich.                                   | 1.1 | +1  |
| <i>Indigofera asparagides</i> Taub.                                   | 1.1 | 1.1 |
| <i>Eriosema humbertii</i> Staner & De Craene                          | +2  | +   |
| <i>Elephantopus scaber</i> L.                                         | +1  | +   |
| <i>Cassia mimosoides</i> L.                                           | 1.1 | 1.1 |
| <i>Commelina</i> cf. <i>ruandensis</i> de Willd.                      | +1  | 1.1 |
| <i>Helychrysum</i> sp. (N° 16)                                        | +2  | —   |
| <i>Brachiaria brizantha</i> Stapf                                     | 1.2 | 1.1 |
| <i>Mariscus sieberianus</i> Nees var. <i>elatior</i> Cl.              | +1  | +1  |
| <i>Ascolepis capensis</i> Clarke                                      | 1.1 | +   |
| Compositae stérile (N° 9)                                             | +   | +   |
| <i>Cyanotis lanata</i> Beth.                                          | +   | 1.1 |
| <i>Indigofera emarginella</i> Steud. ex A. Rich.                      | 1.2 | 1.2 |
| <i>Desmodium setigerum</i> (E. Mey.) Benth.                           | 1.2 | —   |
| Indéterminable (N° 64)                                                | +1  | 1.1 |
| <i>Helichrysum</i> cf. <i>sgnanifolium</i> S. Moore (cf. Michel 4234) | +2  | +2  |
| <i>Polygala arenaria</i> Willd.                                       | 1.1 | +1  |
| <i>Digitaria maitlandi</i>                                            | +   | +1  |
| <i>Indigofera arrecta</i> Hochst. ex A. Rich.                         | +   | —   |
| Asclepiadaceae (N° 76)                                                | +   | +1  |
| Tiliaceae (stérile (N° 113)                                           | +1  | —   |
| <i>Justicia</i> (N° 1X)                                               | +   | —   |
| <i>Lactuca capensis</i> Thunb.                                        | —   | +1  |
| Compositae stérile (N° 26)                                            | +   | —   |
| <i>Lotus becquetii</i> Boutique                                       | +2  | +   |
| <i>Lightfootia napiformis</i> DC.                                     | +   | +2  |
| Cf. <i>Ancylanthus</i> sp. (N° 27)                                    | +   | +   |
| <i>Monocymbium cerasiiforme</i> (Nees) Stapf                          | +2  | +1  |
| <i>Buchnera</i> sp. (N° 94)                                           | —   | +   |
| Cfr. <i>Eupatorium africanum</i> O & H.                               | —   | +1  |
| <i>Humularia</i> sp. (stérile) (N° 108)                               | —   | 1.1 |

**Association à « *Eragrostis Boehmii* » et « *Hyparrhenia bracteata* » facies à  
« *Exothea abyssinica* »**

| Numéro du relevé                      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Surface des relevés en m <sup>2</sup> | 400 | 100 | 200 | 300 | 300 | 200 | 200 | 400 | 400 |
| Strate herbacée    hauteur en cm      | 80  | 60  | 70  | 90  | 100 | 100 | 100 | 140 | 120 |
| recouv. en %                          | 100 | 100 | 100 | 95  | 100 | 95  | 100 | 100 | 100 |
| Pente                    en %         | 3   | 2   | 2   | 2   | 0   | 4   | 5   | 7   | 9   |
| <i>Différentielles du faciès</i>      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Exothea abyssinica                    | 3.3 | 2.1 | 2.2 | 4.3 | 3.3 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.3 |
| Cyanotis lanata Benth.                | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   | —   |
| Indéterminable stérile (N° 1)         | 1.2 | —   | 1.2 | —   | 1.1 | 1.2 | +1  | —   | —   |
| Themeda triandra                      | +2  | +2  | +1  | +1  | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +1  | —   |
| Hyparrhenia filipendula (Hochst)      | —   | —   | —   | +1  | —   | 1.1 | 1.1 | —   | +1  |
| Desmodium setigerum (F. Mey.) Gris.   | +2  | —   | +   | —   | 1.1 | —   | +1  | 1.1 | +   |
| Compositae stérile (N° 26)            | +2  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Justicia (N° 12)                      | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | 1.1 |
| Mariscus sieberianus Nees var.        | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Lotus becqueti Boutique               | —   | —   | —   | +2  | —   | —   | —   | +2  | —   |
| Commelina ruandensis De Willd.        | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.2 | —   | —   |
|                                       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Loudetia simplex Hubbard              | —   | +   | +1  | —   | 1.1 | 1.1 | +   | +2  | —   |
| Andropogon schirensis Hochst.         | 1.2 | +1  | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 2.3 | +   | 1.1 | +   |
| Eragrostis.Boehmii                    | 2.3 | 3.3 | 2.2 | 2.2 | 3.3 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 3.3 |
| Digitaria maitlandii                  | 1.2 | 1.1 | +1  | +1  | +1  | +1  | +1  | —   | 1.1 |
| Hyparrhenia bracteata                 | 1.2 | 3.3 | 3.3 | 1.1 | 2.2 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.4 |
| Aspilia asperiifolia A. Hoffm.        | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| Hyparrhenia cymbaria                  | —   | +2  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Setaria sphaecelata (Schum.)...       | 1.2 | +1  | 1.1 | 2.1 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | +   | 1.2 |
| Dicoma anomala                        | 1.1 | —   | +1  | +1  | +1  | —   | +   | —   | +   |
| Eragrostis cf. chalcantha Trin.       | 1.2 | —   | —   | +   | +1  | 1.2 | +   | —   | +2  |
| Borreria dibrachiata (Oliv.)...       | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | +2  | 1.2 | +2  | 1.2 | 1.2 |
| Hyparrhenia diplandra.Stapf.          | —   | —   | +2  | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| Elephantopus scaber L.                | —   | —   | —   | +   | 1.1 | —   | 1.2 | +   | —   |
| Cassia mimosoides L.                  | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| Indigofera asparagides Taub.          | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| Eriosema flexuosum Staner             | +   | 1.1 | +1  | —   | +1  | 1.1 | —   | —   | +1  |
| Eriosema Lebrunii Staner...           | +2  | —   | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| Ascolepis capensis Clarke             | —   | —   | 1.1 | +1  | —   | +1  | —   | 1.1 | +1  |
| Compositae (N° 5)                     | —   | —   | +   | —   | 1.1 | +1  | +1  | —   | 1.1 |
| Helichrysum Keilii Moeser             | +   | —   | —   | —   | +   | 1.1 | —   | —   | —   |
| Helichrysum cf. Robynsii...           | —   | —   | —   | —   | —   | +1  | +   | —   | —   |
| Polygala petitiana A. Rich.           | —   | —   | —   | +1  | +1  | —   | —   | —   | —   |
| Compositae stérile (N° 9)             | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   | +2  | —   | +   |
| Indigofera (N° 69)                    | —   | —   | —   | 1.2 | +   | —   | —   | +   | —   |
| Cyanotis longifolia Benth.            | +   | +1  | +   | +1  | —   | +1  | +1  | +1  | +1  |
| Pteridium aquilinum (L.) Khn          | —   | —   | —   | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +   | —   |
| Asclepiadaceae. (N° 122)              | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Eupatorium africanum O & H.           | —   | —   | —   | +1  | 1.2 | —   | —   | —   | —   |
| Indigofera emarginella Steud...       | 1.2 | 1.2 | —   | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | —   |



|                                   |     |     |    |     |     |     |     |    |     |
|-----------------------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| Humalaria sp. (stérile) (N° 108)  | —   | —   | —  | —   | 1.1 | —   | —   | —  | +   |
| Vernonia sp. (N° 19)              | —   | —   | —  | —   | —   | +   | —   | —  | —   |
| Diodia scandens Swartz            | —   | —   | +  | —   | 1.1 | 1.1 | 1.1 | —  | 1.1 |
| Helichrysum cf. sgnanifolium...   | —   | —   | —  | —   | 1.2 | +2  | —   | —  | —   |
| Brachiaria brizantha Stapf.       | —   | —   | —  | +2  | +2  | +1  | —   | +1 | +   |
| Trifolium simense Fres.           | —   | —   | —  | 2.2 | 2.2 | —   | +1  | +1 | —   |
| Orchidaceae (N° 46)               | —   | +   | —  | —   | —   | +   | +   | +1 | —   |
| Eriosema Erics-Rosenii R.E. Fries | —   | —   | —  | +1  | +1  | —   | 1.1 | +1 | +1  |
| Vernonia sp.                      | —   | +   | —  | —   | +1  | +1  | —   | —  | —   |
| Helichrysum sp. (N° 78)           | —   | —   | +  | —   | —   | —   | —   | —  | —   |
| Gnidia kraussiana Meisn.          | —   | +   | —  | —   | —   | +a  | +1  | —  | +   |
| Rubiaceae. (N° 70)                | 1.1 | —   | —  | +   | —   | +   | —   | —  | +   |
| Aristea alata Bak.                | —   | —   | —  | —   | —   | —   | +   | +  | —   |
| Gerbera sp. (N° 4)                | +2  | —   | —  | —   | —   | —   | —   | —  | —   |
| Indéterminable stérile (N° 2)     | —   | —   | —  | —   | —   | —   | —   | —  | +   |
| Labiatae (N° 11)                  | —   | —   | —  | —   | +   | +2  | —   | —  | —   |
| Veronica sp. (N° 8)               | —   | —   | +2 | —   | +1  | +   | +2  | —  | —   |
| Oldenlandia herbacea (L.) Roxb. / | —   | —   | +2 | —   | +1  | +   | +2  | —  | —   |
| Clematopsis scabrosifolia...      | —   | —   | —  | —   | +   | +2  | —   | —  | —   |
| Gramineae N° 28)                  | +   | —   | +  | —   | +1  | —   | +1  | +  | +   |
| Commelina (N° 7)                  | —   | 1.1 | —  | +   | +   | —   | —   | —  | —   |
| Polygala petitiiana A. Rich.      | —   | —   | —  | +1  | +1  | +1  | —   | —  | —   |
| Asclepiadaceae (N° 76)            | —   | 1.2 | —  | —   | 1.1 | —   | —   | —  | —   |
| Scleria hirtella Swartz           | —   | +1  | —  | —   | —   | —   | —   | —  | —   |
| Monechma subsessile (Oliv.)...    | —   | +1  | —  | —   | +1  | —   | —   | —  | —   |
| Orchidaceae (N° 118)              | —   | —   | +  | —   | —   | —   | —   | —  | —   |
| Orchidaceae (N° 98)               | —   | —   | +  | —   | —   | —   | —   | —  | —   |
| Sopublia simplex Hochst.          | —   | —   | —  | —   | —   | +   | —   | —  | —   |
| Orchidaceae (N° 109)              | —   | —   | —  | —   | —   | +   | —   | —  | —   |
| Compositae stérile (N° 22)        | —   | —   | —  | —   | —   | +2  | —   | —  | —   |
| Asclepiadaceae (stérile) (N° 117) | —   | —   | —  | —   | —   | —   | +   | —  | —   |
| Helichrysum Hochstettei           | —   | —   | —  | +   | —   | —   | —   | —  | —   |
| Scleria melanomphala Kunth.       | —   | —   | —  | —   | —   | —   | —   | +  | —   |
| Polygala arenaria Willd.          | —   | —   | —  | —   | —   | —   | —   | —  | +   |
| Paspalum scoribuclatum L.         | —   | —   | —  | —   | —   | —   | —   | —  | +   |

**Association à « *Eragrostis boehmii* » et « *Hyparrhenia bracteata* »**

| Numéro du relevé              | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Surface du relevé en m²       | 400 | 400 | 400 | 200 | 400 | 300 | 400 | 400 | 400 |
| Strate herbacée               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| hauteur en cm                 | 60  | 100 | 120 | 120 | 120 | 130 | 110 | 110 | 110 |
| recouvrement en %             | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 |
| Pente                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| en %                          | 2   | 6   | 3   | 3   | 0   | 3.0 | 2   | 6   | 3   |
| Loudetia simplex              | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | —   | —   | +2  | —   | 1.1 |
| Andropogon schirensis Hochst. | 2.2 | 1.2 | 2.2 | 1.1 | +1  | —   | 2.1 | +1  | +1  |
| Exotheca abyssinica           | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +1  | 1.1 | +1  | +1  |
| Eragrostis Boehmii            | 3.4 | 3.3 | 3.3 | 2.2 | 2.2 | 33  | 4.3 | 33  | 3.2 |
| Digitaria maitlandi           | 2.1 | —   | +   | —   | +1  | +1  | +   | 1.1 | —   |
| Hyparrhenia bracteata         | 3.3 | 4.3 | 3.3 | 4.3 | 4.3 | +   | 3.3 | 4.4 | 4.4 |

|                                                                          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Aspilia asperiifolia</i> A. Hoffm.                                    | 2.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| <i>Hyparrhenia cymbaria</i> .                                            | —   | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Setaria sphacelata</i> (Schum.) Stapf & Hubb.                         | 2.2 | 1.2 | —   | 1.1 | +1  | +   | 1.1 | 1.1 | —   |
| <i>Dicoma anomala</i> Vernonia Sch einfurthii<br>Oliv. & Hiern           | 1.2 | +1  | 1.1 | +2  | 1.1 | +   | —   | +   | —   |
| <i>Eragrostis</i> cf. <i>chalcantha</i> Trin.                            | —   | 1.1 | 2.2 | 1.2 | —   | —   | +1  | 2.2 | —   |
| <i>Cyanotis lanata</i> Benth.                                            | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | +1  | —   | —   |
| <i>Borreria dibrachiata</i> (Oliv.) K. Schum.                            | 1.2 | +1  | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +1  | 1.2 | —   |
| <i>Hyparrhenia diplandra</i> Stapf                                       | —   | 3.3 | —   | —   | —   | 3.3 | —   | —   | —   |
| <i>Elephantopus scaber</i> L.                                            | —   | —   | +1  | +1  | —   | +   | —   | —   | —   |
| Orchidaceae (N° 75)                                                      | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   |
| <i>Cassia mimosoides</i> L.                                              | 1.1 | 1.1 | —   | —   | +1  | 1.1 | +   | +1  | —   |
| <i>Indigofera asparagides</i> Taub.                                      | 1.2 | 1.1 | 1.1 | +1  | +1  | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +1  |
| <i>Eriosema flexuosum</i> Staner                                         | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 2.1 | +1  | 1.1 | —   | —   |
| <i>Eriosema Lebrunii</i> Staner & De Craene                              | +1  | 1.1 | +1  | +1  | +1  | —   | +1  | 2.1 | 1.1 |
| <i>Ascolepis capensis</i> Clarke                                         | +1  | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | +1  |
| Compositae (N° 5)                                                        | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | +   |
| <i>Helychrisum Keilii</i> Moeser                                         | —   | —   | —   | —   | —   | +1  | +   | +   | —   |
| <i>Helychrisum</i> cf. <i>Robynsii</i> De Willd.                         | —   | —   | +   | +1  | —   | —   | +   | —   | —   |
| <i>Lightfootia napiformis</i> DC.                                        | —   | —   | —   | —   | —   | +2  | +1  | —   | —   |
| Indéterminable (N° 1)                                                    | 1.2 | 1.1 | 1.1 | —   | 1.1 | 1.2 | —   | —   | —   |
| <i>Polygala petiana</i> A. Ricith.                                       | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —   |
| <i>Vernonia petersii</i> Oliv.                                           | —   | —   | —   | —   | —   | +2  | —   | —   | —   |
| Compositae (N° 9)                                                        | +   | +   | —   | —   | +   | +   | 1.1 | —   | —   |
| <i>Indigofera</i> (N° 69)                                                | 1.2 | +   | +2  | +2  | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Cyanotis longifolia</i> Benth.                                        | +1  | +1  | —   | 1.1 | +1  | 1.1 | —   | —   | 1.1 |
| <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn                                     | —   | 1.1 | +1  | 1.1 | +1  | 2.2 | —   | —   | —   |
| Asclepiadaceae (N° 122)                                                  | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Eupatorium africanum</i> O. & H.                                      | +   | +1  | 1.1 | —   | —   | 2.2 | —   | —   | —   |
| <i>Indigofera emarginella</i> Steud. ex A. Rich.                         | +1  | —   | —   | 1.2 | 1.1 | 1.1 | +2  | —   | —   |
| <i>Humularia</i> sp. (stérile) (N° 108)                                  | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   |
| <i>Vernonia</i> sp. (N° 19)                                              | —   | —   | —   | +1  | +   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Diodia scandens</i> Swartz                                            | —   | —   | +1  | +1  | —   | —   | +1  | —   | —   |
| <i>Helichrysum</i> cf. <i>sgnanifolium</i><br>S. Moore (cf. Michel 4234) | —   | —   | +2  | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Themeda triandra</i>                                                  | +2  | —   | —   | 1.1 | 1.1 | +1  | —   | —   | —   |
| <i>Brachiaria brizantha</i> Stapf                                        | +   | 1.2 | +   | +1  | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Hyparrhenia filipendula</i> (Hochst ) Stapf.                          | —   | —   | 1.1 | —   | —   | 1.2 | +   | +2  | —   |
| <i>Trifolium smense</i> Fres.                                            | +   | —   | —   | +2  | —   | —   | —   | —   | —   |
| Orchidaceae (N° 46)                                                      | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Eriosema Erici-Rosenii</i> R.E. Fries                                 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 2.1 | +   | —   | —   | —   |
| <i>Hyparrhenia</i> sp. (N° 86)                                           | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Vernonia</i> sp. (N° 10)                                              | +   | —   | +1  | +1  | —   | 1.2 | +   | +2  | —   |
| <i>Psorospermum febrifugum</i> Spach.                                    | —   | —   | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Helichrysum</i> sp. (= Liben 516) (N° 78)                             | —   | —   | —   | —   | —   | +2  | —   | —   | —   |
| <i>Swartzia</i> sp. (N° 79)                                              | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Gnidia kraussiana</i> Meisn.                                          | —   | —   | —   | —   | 1.1 | +   | 1.1 | —   | —   |
| Rubiaceae (N° 70)                                                        | —   | 1.1 | —   | +1  | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Aristea alata</i> Bak.                                                | —   | +   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Gerbera</i> sp. (N° 4)                                                | —   | +1  | —   | +   | 1.1 | —   | —   | —   | —   |
| Indéterminable stérile (N° 2)                                            | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   | +   | —   |

|                                              |   |   |    |     |     |    |     |   |
|----------------------------------------------|---|---|----|-----|-----|----|-----|---|
| Nidrella sp. (N° 112)                        | — | — | +  | —   | —   | —  | —   | — |
| Alyscarpus glumaceus (Vahl. (D3.             | — | — | —  | +   | —   | —  | —   | — |
| Labiatae (N° 11)                             | — | — | —  | 1.2 | 1.1 | —  | —   | — |
| Veronica sp. (N° 8)                          | — | — | —  | 1.1 | 1.1 | —  | —   | — |
| Anisopappus africanus (Hook.) Oliv. & Hiern. | — | — | —  | +2  | —   | —  | —   | — |
| Oldenlandia herbacea (L.) Roxb.              | — | — | —  | —   | —   | +2 | 1.2 | — |
| Clematopsis scabrosifolia (DC.) Hutch.       | — | — | +2 | +1  | —   | +1 | —   | — |
| Eriosema (stérile)                           | — | — | —  | —   | 2.1 | —  | —   | — |
| Crassula abyssinica A. Rich.                 | — | — | —  | —   | 1.1 | —  | —   | 2 |
| Monechma subscésile (Oliv.) C.B.CL.          | — | — | —  | —   | —   | —  | —   | + |
| Gramineae ? indéterminable (N° 28)           | — | — | +  | —   | —   | —  | +   | — |
| Commelinaceae (N° 7)                         | — | — | —  | +1  | —   | —  | —   | — |
| Desmodium setigerum (E. Mey.) Benth.         | — | — | —  | +2  | —   | —  | +2  | — |

**Association à « *Eragrostis boehmii* » et *Hyparrhenia bracteata* » facies à « *Loudetia simplex* »**

|                   |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Numéro du relevé  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Surface du relevé | 400 | 400 | 200 | 400 | 200 | 400 | 400 | 400 |
| Strate herbacée   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| hauteur en cm.    | 70  | 70  | 120 | 90  | 100 | 70  | 90  | 80  |
| recouvert. en %   | 100 | 100 | 95  | 100 | 95  | 100 | 100 | 100 |
| Pente             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| en %              | 5   | 3   | 3   | 2   | 6   | 12  | 3   | 10  |

*Différentielles du faciès :*

|                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Loudetia simplex Hubbard        | 3.4 | 3.3 | 3.3 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 3.4 |
| Vernonia petersii Oliv.         | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   | +2  | —   |
| Sopubia simplex Hochst.         | +   | —   | —   | —   | —   | +   | —   | —   |
| Orchidaceae (N° 75)             | —   | —   | —   | —   | —   | +   | +   | —   |
| Compositae stérile (N° 9)       | 1.1 | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   |
| Scleria hirtella S artz         | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 |
| Scleria melanomphala Kunth      | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   |
| Andropogon schirensis Hochst.   | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | +1  | +   | 1.1 | 1.2 |
| Exotheca abyssinica             | 1.2 | 1.1 | 1.1 | +1  | 1.1 | 1.1 | +1  | —   |
| Eragrostis boehmii              | 3.3 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | 3.3 | 3.4 |
| Digitaria maitlandii            | 1.1 | +1  | 1.1 | 1.1 | +1  | +   | 1.1 | 1.1 |
| Hyparrhenia bracteata           | 1.1 | 2.2 | 1.1 | 3.4 | 3.3 | 3.3 | 2.2 | 2.2 |
| Aspilia asperifolia A. Hoffm.   | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 2   | 1.2 | +2  | +1  | +   |
| Setaria sphacelata (Schum.)...  | 1.2 | —   | 1.2 | 1.2 | —   | 1.1 | —   | 1.2 |
| Dicoma anomala (N° 93)          | 1.2 | 1.2 | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Eragrostis cf. chalcantha Trin. | +   | +1  | —   | 1.1 | +1  | 1.1 | +2  | —   |
| Borreria dibrachiata (Oliv.)... | 1.2 | 1.1 | 1.2 | —   | +   | +1  | 1.1 | +   |
| Hyparrhenia diplandra Stapf.    | —   | +1  | 3.3 | —   | —   | +1  | +1  | +2  |
| Elephantopus scaber L.          | +1  | +1  | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   |
| Cassia mimosoides L.            | 1.2 | 1.1 | 1.1 | —   | +1  | 1.1 | +   | —   |
| Indigofera asparagides Taub.    | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| Eriosema flexuosum Staner       | 1.1 | —   | 2.2 | —   | 1.1 | 1.1 | —   | 1.1 |
| Eriosema Erici-Rosenii...       | —   | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 2.1 | 1.1 | 1.1 |
| Ascolepis capensis Clarke       | —   | —   | +   | —   | 1.1 | —   | —   | 1.1 |
| Compositae (N° 5)               | —   | 1.1 | +1  | —   | —   | —   | 1.1 | —   |
| Helichrysum Keilii Moeser       | —   | +   | —   | —   | +2  | —   | —   | +   |

|                                      |     |     |     |     |     |    |     |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| Helichrysium cf. Robynsii De Willd.  | —   | +   | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Indéterminable stérile (N° 1)        | —   | +   | —   | —   | —   | —  | 1.2 | +1  |
| Polygala petitiana A. Rich.          | —   | —   | 1.2 | —   | —   | —  | —   | —   |
| Compositae stérile (N° 9)            | —   | +1  | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Indigofera (N° 69)                   | —   | —   | +   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Cyanotis longifolia Benth.           | —   | —   | +1  | +   | —   | +1 | 1.1 | +   |
| Pteridium aquilinum (L.) Kuhn        | +2  | —   | —   | +1  | +   | —  | —   | 1.1 |
| Asclepiadaceae (N° 122)              | —   | —   | —   | —   | +   | —  | —   | —   |
| Indigofera emarginella Steud...      | 1.2 | —   | 1.1 | —   | —   | —  | —   | —   |
| Humularia sp. (stérile) (N° 108)â    | —   | —   | —   | 1.2 | —   | —  | —   | —   |
| Vernonia sp. (N° 19)                 | —   | —   | —   | —   | +   | +  | +   | —   |
| Diodia scandens Swartz               | —   | —   | +   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Helichrysium cf. sgnanifolium...     | —   | —   | —   | —   | —   | —  | —   | +2  |
| Themeda triandra                     | +1  | —   | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Hyparrhenia filipendula (Hochst.)... | —   | —   | —   | —   | —   | +2 | +   | —   |
| Trifolium simense Fres.              | —   | +   | +   | —   | +2  | —  | —   | +2  |
| Orchidaceae (N° 46)                  | +1  | —   | —   | —   | —   | —  | +   | —   |
| Eriosema Erics-Rosenii R.E. Fries    | —   | —   | 1.1 | —   | 1.1 | —  | —   | 1.1 |
| Vernonia sp. (N° 10)                 | —   | —   | —   | —   | —   | —  | 1.2 | —   |
| Gnidia kraussiana Meisn.             | 1.2 | —   | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Rubiaceae. (N° 70)                   | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Aristea alata Bak.                   | —   | —   | —   | —   | —   | —  | —   | +   |
| Indéterminable (N° 2)                | +   | —   | 1.2 | —   | —   | —  | —   | —   |
| Labiatae (N° 11)                     | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —  | —   | —   |
| Anisopappus africanus (Hook.)...     | —   | —   | —   | —   | —   | —  | +1  | —   |
| Oldenandia herbacea (L.) Roxb.       | —   | —   | —   | —   | —   | —  | +2  | —   |
| Monechma subsessile (Oliv.) C.B.CL.  | +   | —   | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Gramineae (N° 28)                    | —   | —   | +   | —   | —   | +1 | —   | +2  |
| Commelina (N° 7)                     | +   | —   | —   | —   | —   | —  | +2  | —   |
| Asclepiadaceae (N° 76)               | 1.2 | —   | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Diodia (stérile) (N° 44)             | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —  | —   | —   |
| Asclepiadaceae (N° 121)              | —   | —   | —   | —   | —   | —  | +1  | —   |
| Labiatae (N° 55)                     | —   | —   | +1  | —   | —   | —  | —   | —   |
| Tiliaceae (N° 113)                   | —   | —   | 1.2 | —   | —   | —  | —   | —   |
| Helichrysium sp. (N° 16)             | —   | —   | —   | —   | —   | —  | —   | +   |
| Poygala arenaria Willd.              | —   | —   | —   | —   | —   | +  | —   | +   |
| Kyllinga macrophala A. Rich.         | —   | —   | —   | —   | +2  | —  | —   | —   |
| Xyris capensis Thunb.                | —   | —   | —   | —   | +   | —  | —   | —   |
| Orchidaceae (N° 98)                  | —   | —   | —   | —   | —   | +  | —   | —   |

Association à « *Laudetia Simplex* »

| Numéro du relevé                      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Surface du relevé en m <sup>2</sup>   | 400 | 400 | 200 | 400 | 200 | 400 | 400 |
| Strate herbacée                       | 70  | 80  | 90  | 100 | 80  | 70  | 80  |
| hauteur en cm                         |     |     |     |     |     |     |     |
| recouvrement en %                     | 100 | 90  | 100 | 100 | 95  | 85  | 100 |
| Pente                                 |     |     |     |     |     |     |     |
| en %                                  | 1   | —   | 3   | 3   | 6   | 8   | 4   |
| <i>Loudetia simplex</i>               | 5.5 | 4.4 | 5.4 | 4.4 | 5.5 | 5.5 | 5.4 |
| <i>Andropogon. schirensis</i> Hochst. | 1.1 | 1.1 | 2.2 | 1.1 | 1.1 | +1  | 1.1 |

|                                                                      |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Exothea abyssinica</i>                                            | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +   | —   | —   | —   |
| <i>Eragrostis Boehmii</i>                                            | 1.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| <i>Digitaria maitlandii</i>                                          | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +1  | —   | 1.1 |
| <i>Hyparrhenia bracteata</i>                                         | 1.1 | 1.1 | +2  | —   | 1.1 | 1.1 | 1.2 |
| <i>Aspilia asperiifolia</i> A. Hoffm.                                | 1.2 | —   | 1.2 | 1.2 | +   | +   | 1.2 |
| <i>Hyparrhenia cymbaria</i>                                          | 1.1 | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Setaria sphacelata</i> (Schum.) Stapf & Hubb.                     | +1  | —   | +1  | —   | +2  | —   | —   |
| <i>Vernonia Schweinfurthii</i> Oliv. & Hiern                         | —   | —   | +2  | —   | —   | —   | +   |
| <i>Eragrostis</i> cf. <i>chalcantha</i> Trin.                        | —   | —   | +1  | —   | —   | —   | —   |
| <i>Cyanotis lanata</i> Benth.                                        | —   | +   | +1  | 1.1 | —   | 1.1 | 1.1 |
| <i>Borreria dibrachiata</i> (Oliv.) K. Schum.                        | —   | —   | 1.1 | 1.2 | +   | —   | —   |
| <i>Hyparrhenia diplandra</i> Stapf.                                  | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Elephantopus scaber</i> L.                                        | —   | —   | +   | 1.1 | —   | +   | —   |
| Orchidaceae (N° 75)                                                  | +   | +   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Cassia mimosoides</i> L.                                          | +1  | 1.1 | +1  | —   | —   | +1  | +1  |
| <i>Indigofera asparagides</i> Taub.                                  | +1  | —   | 1.1 | 1.2 | —   | 1.1 | 1.1 |
| <i>Eriosema flexuosum</i> Staner                                     | +   | 1.1 | +   | —   | 2.1 | —   | —   |
| <i>Scleria hirtella</i> S artz                                       | +   | —   | —   | 1.1 | —   | —   | —   |
| <i>Eriosema humbertii</i> Staner ô De Craene                         | +1  | —   | —   | —   | —   | +   | —   |
| Orchidaceae (N° 107)                                                 | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Asclepias schumaniana</i> Hiern                                   | +1  | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Scleria malenophala</i> Kunth                                     | +1  | —   | —   | —   | +   | —   | —   |
| <i>Eriosema Lebrunii</i> Staner ô De Craene                          | —   | +1  | 1.1 | 1.1 | —   | 1.1 | 1.1 |
| <i>Ascolepis capensis</i> Clarke                                     | —   | +2  | +1  | +   | —   | +   | +   |
| Compositae (N° 5)                                                    | —   | —   | +   | 1.1 | —   | —   | 1.1 |
| <i>Helichrysum Keilii</i> Moeser                                     | —   | —   | +2  | —   | —   | —   | —   |
| Orchidaceae (N° 98)                                                  | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Helichrysum</i> cf. <i>Robynsii</i> De Willd.                     | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Lightfootia napiformis</i> DC.                                    | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| Indéterminable (N° 1)                                                | —   | —   | —   | 1.1 | —   | —   | 1.1 |
| <i>Polygala petitiiana</i> A. Rich.                                  | —   | —   | —   | +1  | —   | 1.2 | 1.1 |
| <i>Buchnera</i> sp. (N° 94)                                          | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —   | —   |
| <i>Crotalaria</i> (N° 102)                                           | —   | —   | —   | —   | +1  | —   | —   |
| <i>Elyonurus argenteus</i> Needs                                     | —   | —   | —   | —   | +2  | —   | —   |
| <i>Polygala arenaria</i> Willd.                                      | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   |
| <i>Vernonia petersii</i> Oliv.                                       | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +1  |
| Compositae stérile (N° 9)                                            | +   | +   | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Indigofera</i> (N° 69)                                            | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Cyanotis longifolia</i> Benth.                                    | —   | —   | —   | 1.1 | —   | —   | 1.1 |
| <i>Pteridium aquilinum</i> (LL.) Kuhn                                | —   | —   | —   | +1  | —   | —   | —   |
| Asclepiadaceae (N° 122)                                              | —   | —   | —   | +   | +1  | —   | —   |
| Cfr. <i>Eupatorium africanum</i> O. ô H.                             | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Indigofera emarginella</i> Steud. ex. A. Rich.                    | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Humularia</i> sp. (stérile) (N° 108)                              | —   | —   | —   | —   | +1  | —   | —   |
| <i>Vernonia</i> sp. (N° 19)                                          | —   | —   | —   | —   | —   | +   | —   |
| <i>Gladiolus</i> cf. <i>hanningtonii</i> Baker                       | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —   |
| <i>Diodia scandens</i> S artz                                        | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +2  |
| <i>Helichrysum</i> cf. <i>sgnanifolium</i> S. oore (cf. Michel 4234) | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +2  |
| <i>Protea</i> (N° 73)                                                | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   |
| <i>Sopubia simplex</i> Hochst.                                       | +   | —   | +   | 1.1 | —   | +   | 1.1 |



*Remarque* : Dans le but de ne pas alourdir la suite de l'exposé, nous allons adopter immédiatement un système d'abréviation que nous utiliserons jusqu'à la fin de ce travail.

|             |                                                                                                  |          |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Association | à <i>Themeda triandra</i> et <i>Exothea abyssinica</i>                                           | : T.E.   |
| »           | » à <i>Eragrostis boehmii</i> et <i>Hyparrhenia bracteata</i> faciès à <i>Exothea abyssinica</i> | : E.H.E. |
| »           | » à <i>Eragrostis boehmii</i> et <i>Hyparrhenia bracteata</i>                                    | : E.H.   |
| »           | » à <i>Eragrostis boehmii</i> et <i>Hyparrhenia bracteata</i> faciès à <i>Loudetia simplex</i>   | : E.H.L. |
| »           | » à <i>Loudetia simplex</i>                                                                      | : L.S.   |

Ces relevés nous montrent que d'une part, seuls les critères d'abondance-dominance différencient ces cinq associations, et que d'autre part, une dizaine de graminées à peine forme la base de ces groupements herbeux.

Nous avons tenté de mettre en évidence la liaison qui unirait telle association à tel type de sol ; celle-ci apparaît assez bien dans le tableau suivant :

| Type de sol | Associations |        |      |        |      |
|-------------|--------------|--------|------|--------|------|
|             | T.E.         | E.H.E. | E.H. | E.H.L. | L.S. |
| Rouge       | 2            | 6      | 5    | 2      | —    |
| Rocailleux  | —            | 3      | 3    | —      | —    |
| Noir        | —            | —      | 1    | 6      | 7    |

L'examen de ce tableau nous montre que les meilleures associations T. E. et E.H.E. se retrouvent souvent sur les sols qui ont le mieux résisté aux facteurs de dégradation et qui ont gardé une meilleure structure (sols rouges et sols rocailleux). Les associations telles que celles à E.H.L. et L.S. se cantonnent presque uniquement sur les formations pédologiques fortement érodées, dans lesquelles ne subsiste qu'une grande quantité de sable (sols noirs). Cette richesse en sable s'explique par le mécanisme suivant : arrivés à un stade avancé de dégradation, ces sols n'ont plus été capables de porter autre chose que des groupements où le *Loudetia simplex* domine. Cette graminée, peu appréciée par le bétail en raison de sa lignification rapide, subit chaque année un feu hâtif de saison sèche ; cette pratique découvre le sol pendant une bonne partie de cette saison durant laquelle souffle avec violence l'alizé du Sud-Est. Celui-ci emporte peu à peu les éléments les plus fins, c'est-à-dire l'argile, et ne laisse que le sable. En outre, à la réapparition de la saison des pluies, les premières précipitations prennent souvent un caractère orageux et c'est alors la « splash-erosion » qui entraîne vers la Luvironza, les particules argileuses.

## CHAPITRE II — Valeur bromatologique des associations étudiées

La valeur bromatologique d'une association est la résultante des caractéristiques suivantes :

- 1) le type biologique des espèces composantes ;
- 2) la faculté de repousse ;
- 3) la production en poids ;
- 4) l'appétence ;
- 5) la teneur en éléments énergétiques et en éléments minéraux.

Notre analyse s'est limitée aux trois derniers points cités, le temps et les données nous manquant pour approfondir suffisamment l'étude des deux premiers.

### I. — MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE ET CRITIQUES

Nous avons utilisé une méthode qui nous fut conseillée par M. G. Michel, agrostologue du Ruanda-Urundi.

Voici le protocole d'échantillonnage, applicable à toutes les associations rencontrées :

- a) choix d'une étendue suffisamment grande, recouverte uniquement par l'association à étudier.
- b) dans cette surface, délimiter un carré dont le côté a 20 m de long.
- c) suivant les deux diagonales de ce carré, poser tous les 3 m un cadre de 50 × 50 cm ; la végétation qui se trouve à l'intérieur de ce cadre est coupée à plus ou moins 2 cm du sol ; commencer le travail avec une cisaille et achever avec une serpette. Vu que les diagonales ont à peu près 30 m de long, il y a 10 prélèvements par diagonale, donc 20 échantillons par association. Faire sécher durant plus ou moins 4 heures au soleil et, ensuite, sécher à l'étuve (80°) pendant 2 jours ; peser, prélever un échantillon moyen et enfin analyser.
- d) une fois ce premier échantillonnage terminé, laisser brouter le bétail dans la superficie délimitée au début de l'expérience. Le bétail indiquera lui-même le moment du second échantillonnage. A La Luvironza, le troupeau restait en moyenne 8 jours dans un paddock.
- e) après le départ du bétail, second échantillonnage mais cette fois, décaler l'endroit de prélèvement de 1,5 m, ensuite, mêmes opérations que pour le premier échantillonnage....

Cette méthode doit nous donner exactement la quantité et la qualité de ce que le bétail a ingéré.

|                           | Poids de la<br>mat. sèche | Teneur en<br>protéines | Quantité de protéin.<br>fournies par 5 m <sup>2</sup> |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> échantil. | 1.500 gr.                 | 10%                    | 150 gr.                                               |
| 2 <sup>e</sup> échantil.  | —1.000 gr.                | 9%                     | —90 gr.                                               |
|                           | 500 gr.                   |                        | 60 gr.                                                |

Le bétail a donc ingéré 60 gr de protéines intégrés dans 500 gr de matière sèche, soit du 12% de protéines.

Vu les deux soustractions qu'elle nécessite, nous qualifierons cette méthode de : « Méthode des doubles différences ». Cette longue et fastidieuse technique, rendue nécessaire par l'abondance du refus dans certaines associations, paraît très élégante ainsi présentée ; malheureusement, l'expérience a quelque peu atténué notre enthousiasme de débutant et nous à amené à formuler quelques critiques.

Au cours de l'échantillonnage il peut arriver que le pesage de l'échantillon après passage du bétail donne un poids plus élevé qu'avant son passage ; ce cas se présente quand l'expérience a lieu dans une association très peu appétée (ex. : association à *Loudetia simplex*).....

D'autre part, l'expérimentateur doit veiller à ce que le bétail, pour une cause ou pour une autre, ne surpâturage ou, au contraire, ne délaisse le carré d'expérience.

En ce qui concerne les teneurs en éléments énergétiques, les résultats obtenus par cette méthode corroborent ce que le bon sens nous dicte ; il est normal de trouver plus de matières grasses et de protéines, moins de cellulose dans le limbe d'une graminée que dans la tige qui seule subsiste après le passage du bétail.

Nous serons plus sceptique en commentant les résultats d'analyse des éléments minéraux. Prenons au hasard un exemple ; soit la teneur en P dans l'association à *Themeda triandra* et *Exothea abyssinica* :

|                  | Quantité de<br>mat. sèche | Teneur en P<br>en mgr/kg. mat. sèche |
|------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Avant broutement | 1.170 gr                  | 1.160                                |
| Après broutement | —790 gr                   | 930                                  |
| Partie ingérée   | 380 gr                    | 1.639                                |

Nous appellerons

A : échantillon avant broutement

B : échantillon après broutement (refus)

C : partie ingérée.

Nous remarquons qu'une différence de 20 % (1.160 et 930) entre les taux phosphoriques dans A et B, amène une teneur de 1.639 mgr. P./Kg. matière sèche dans C quand le bétail ingère 380 gr. de matière sèche. Or, cette différence de 20 % peut être due à d'innombrables causes autres que celles d'une plus grande richesse en P de la partie ingérée de la plante. A elles seules les erreurs d'échantillonnage et d'analyse peuvent, à notre avis, provoquer une telle différence. Si maintenant nous envisageons le cas du bétail qui, au lieu d'ingérer 380 gr. sur ces 5m<sup>2</sup>, n'en aurait ingéré que 180, nous devons alors attribuer cette différence de 20 % à l'ingestion de 180 gr. de matière sèche. En reprenant les calculs nous trouvons :

|                              |   |                                               |
|------------------------------|---|-----------------------------------------------|
| A. 1.170 gr. de mat. sèche à |   | 1.160 mgr.P/Kg. mat. sèche                    |
| B. 990 gr. de mat. sèche à   |   | 930 mgr.P/Kg. mat. sèche                      |
| A. 1,170 × 1.160             | = | 1.357 mgr. P                                  |
| B. 0,990 × 930               | = | —940 mgr. P                                   |
|                              |   | = 0,417 mgr. P dans 180 gr. de matière sèche. |

teneur de C en P =  $\frac{0,417}{180} \times 2.310$  mgr. P/Kg. matière sèche.

En conclusion, les deux facteurs qui influencent le plus la teneur de l'élément envisagé dans C sont : la différence entre les teneurs dans A et B et surtout le poids de la partie ingérée C ; plus C est petit, plus son influence augmente.

Aussi, pour établir les quantités de chaque élément apportées par les différentes associations, nous nous sommes basé sur une moyenne des teneurs de A et B.

Justifions notre façon de procéder et dans ce but reprenons l'exemple de la teneur en P dans l'association à *Themeda triandra* et *Exothea abyssinica* :

|                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| A. 1.160 mgr P/KG matière sèche |   |   |
| B. 930 »                        | » | » |
| C. 1.639 »                      | » | » |

Entre les deux premières teneurs (1.160 et 930), la différence pour le zootechnicien n'est pas grande. Ces deux chiffres indiquent qu'il y a hypophosphorose et nécessité d'administrer un complément minéral à base de P ; mais ce même zootechnicien aurait pu croire à un apport suffisant en P s'il s'était basé sur le taux phosphorique de C.

## II. — VALEUR BROMATOLOGIQUE DE CHAQUE ASSOCIATION

Sur les 1.000 Ha de la concession, 116 sont réservés à un essai de charge ; ces 116 Ha sont divisés en deux blocs de 58 Ha chacun, l'un

de ces blocs est à son tour divisé en 8 paddocks, l'autre s'étend d'une seule pièce. Les 58 Ha exploités en paddocking sont soumis à un traitement qui comporte : un fauchage annuel et un brûlage tous les 4 ans. Le bétail reste 8 jours dans un paddock. L'exploitation en ranching se rapproche beaucoup plus du système de brûlage annuel pratiqué par les indigènes depuis des siècles. Les feux sont cependant plus espacés et ne reviennent que tous les 3 ans ; le ranch n'est jamais fauché.

Chaque association fut échantillonnée et étudiée aussi bien en ranching qu'en paddocking ; seule l'association à *Themeda triandra* et *Exothea abyssinica* ne fut analysée qu'en paddocking vu son extension fort réduite.

Voici exprimés en U.F.E. et en U.F.L., par Kg. de mat. fraîche, les résultats des analyses :

|        | Paddock |        | Ranch  |        |
|--------|---------|--------|--------|--------|
|        | U.F.E.  | U.F.L. | U.F.E. | U.F.L. |
| T.E.   | 0,13    | 0,14   | —      | —      |
| E.H.E. | 0,14    | 0,15   | 0,13   | 0,13   |
| E.H.   | 0,13    | 0,14   | 0,12   | 0,13   |
| E.H.L. | 0,12    | 0,13   | 0,12   | 0,13   |
| L.S.   | 0,12    | 0,12   | 0,11   | 0,12   |

La valeur fourragère est meilleure en paddock qu'en ranch ; dans les deux cas, elle décroît de E.H.E. à L.S. et, malgré cette décroissance parallèle, nous devons constater que la marge entre les points extrêmes est minime. Mais si nous faisons intervenir l'appétence des différents groupements herbeux, les différences s'accroissent immédiatement.

Les chiffres que nous citons ci-dessous expriment en grammes la quantité de matière sèche broutée sur 5m<sup>2</sup> :

|        | Paddock |       |       | Ranch |       |       |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | Avant   | Après | Diff. | Avant | Après | Diff. |
| T.E.   | 1170    | 790   | 380   | —     | —     | —     |
| E.H.E. | 1405    | 925   | 480   | 1145  | 830   | 315   |
| E.H.   | 2060    | 1645  | 415   | 2390  | 2055  | 335   |
| E H L. | 1170    | 870   | 300   | 1050  | 805   | 245   |
| L.S.   | 1415    | 1200  | 215   | 900   | 795   | 105   |

(Remarque : La production globale des meilleures associations (T.E. 1170 grs. et E.H.E. 1405 grs.) est faible vis-à-vis de la production des associations de moindre valeur (E.H. 2060 grs.). Ceci est dû au surpâturage continu auquel sont soumises les deux associations ; parfois ce surpâturage est tellement poussé qu'il provoque un rabattement de la strate herbacée et une diminution du pourcentage de recouvrement).



A notre avis, la quantité de matière sèche broutée dans chaque association est le meilleur critère d'appétence. Nous espérons même « chiffrer » cette appétence. En effet, en multipliant ces différentes quantités par la surface du paddock, en divisant par le nombre de jours et le nombre de bêtes, nous pouvions obtenir ce qu'une bête ingérerait par jour et cela pour chaque association.

En procédant de cette façon, nous nous sommes trouvé devant des consommations journalières de matière sèche nettement exagérées. Dans la suite, nous avons pu trouver l'explication de cette faim incompréhensible. Le zamu, pour une raison ou pour une autre, poussait trop facilement son troupeau dans le carré d'expérience ; sans doute n'avait-il pas saisi le but de nos recherches ?

Si, en valeur absolue, les chiffres cités dans les précédents tableaux ne représentent pas grand chose, il existe cependant entre eux une relation que nous allons mettre à profit.

En supposant que le facteur surpâturage soit constant pour chaque groupement, ces poids nous indiquent le rapport qui existe entre la quantité X de fourrage broutée dans l'association la mieux pâturée (E.H.E.) et la quantité de fourrage broutée dans une autre association.

Évaluons cette quantité X : le cours de Zootechnie du Professeur J. Gillain renseigne qu'un minimum de 22 Kg de matière sèche est nécessaire à l'entretien et à la production d'un bovin de 1.000 Kg. Le poids moyen des vaches Sanga se situant aux environs de 300 à 350 Kg, nous obtenons 7 Kg de matière sèche à ingérer par jour et, à notre avis, dans les meilleures associations, telles que E.H.E., cela est possible. Dès lors, si dans le E.H.E., le bétail peut ingérer 7 Kg de matière sèche, dans les autres associations, il mangera.

$$\text{Paddock T.E.} \quad 7 \times \frac{380}{480} = 5,5 \text{ Kg de matière sèche}$$

380 représente la quantité de matière sèche broutée par le bétail sur 5m<sup>2</sup> dans le T. E., tandis que 480 indique la quantité de matière sèche broutée par ce même bétail sur 5m<sup>2</sup> dans le E.H.E.

|       |        |                          |     |    |               |
|-------|--------|--------------------------|-----|----|---------------|
|       | E.H.   | $7 \times 415/480 = 6$   | Kg. | de | matière sèche |
|       | E.H.L. | $7 \times 300/480 = 4,5$ | Kg. | »  | »             |
|       | L.S.   | $7 \times 215/480 = 3,0$ | Kg. | »  | »             |
| Ranch | E.H.E. | $7 \times 315/480 = 4,5$ | Kg. | »  | »             |
|       | E.H.   | $7 \times 335/480 = 5,0$ | Kg. | »  | »             |
|       | E.H.L. | $7 \times 245/480 = 3,5$ | Kg. | »  | »             |
|       | L.S.   | $7 \times 105/480 = 1,5$ | Kg. | »  | »             |

Le taux de matière sèche dans l'herbe fraîche a été calculé à la Luvironza. Il se situe dans la plupart de ces cas aux environs de 27%.

La quantité d'herbe fraîche consommée journallement par tête de bétail est donc de :

|         |        |         |
|---------|--------|---------|
| Paddock | T.E.   | 27,5 Kg |
|         | E.H.E. | 35,0 Kg |
|         | E.H.   | 30,0 Kg |
|         | E.H.L. | 22,5 Kg |
|         | L.S.   | 15,0 Kg |
| Ranch   | E.H.E. | 22,5 Kg |
|         | E.H.   | 25,0 Kg |
|         | E.H.L. | 17,5 Kg |
|         | L.S.   | 7,5 Kg  |

Ainsi donc, nous pouvons estimer actuellement ce que chaque association, compte tenu de sa plus ou moins forte appétabilité, peut produire en U.F., éléments énergétiques et éléments minéraux. Il nous est facile d'apprécier les besoins journaliers du bétail que nous devons nourrir.

Nous avons affaire d'une part, à des vaches pesant 300 à 350 Kg, donnant 625 litres de lait en huit mois et d'autre part, à des génisses de 275 Kg, dont le gain de croît journalier est de 0,3 Kg. Les besoins ont été calculés en utilisant les normes enseignées par les Professeurs L. Hennaux et J. Gillain.

|         | U.F.L. (E.) | P.B.D.  | Mat. Gr. | Ca.      | P      |
|---------|-------------|---------|----------|----------|--------|
| adulte  | 4           | 355 gr. | 195 gr.  | 43,5 gr  | 28 gr. |
| génisse | 3,3         | 250 gr. | 165 gr.  | 43,0 gr. | 26 gr. |

Les autres besoins minéraux ne varient guère avec l'âge des bovins

Mg : 16 gr.

K : entre 20 et 60 gr.

Na : 26 gr.

Fe : besoins indéterminés (plus élevés pour les jeunes).

Cu : au moins 6 mgr. par Kgr. de matière sèche.

Co : 1 mgr.

Mn : indéterminé

Si nous mettons en regard besoins et apports naturels (voir tableau en annexe), nous constatons que la plupart des associations manifestent de lourdes carences ; seuls les deux premiers groupements E.H.E. et T.E., exploités en paddocking, couvrent en grande partie les besoins des deux types de troupeau.

## Apports

| Assoc.     | U.F.E. | U.F.L. | Coe. enc. | P.B.D. | M.G.D. | Rel. nut. | Ca   | P   | Mg   | K     | Na   | Fe   | Cu    | Mn   |
|------------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|------|-----|------|-------|------|------|-------|------|
| Pd. T.E.   | 3,6    | 3,8    | 1,52      | 253    | 74     | 1/9       | 28,4 | 5,8 | 11,9 | 76,4  | 1,51 | 1,89 | 0,11  | 0,54 |
| E.H.E.     | 4,9    | 5,2    | 1,38      | 269    | 91     | 1/11      | 21,3 | 5,3 | 12,1 | 47,2  | 1,31 | 2,31 | 0,07  | 1,69 |
| E.H.       | 3,9    | 4,2    | 1,48      | 252    | 56     | 1/10      | 18,0 | 5,6 | 22,0 | 58,1  | 1,21 | 1,90 | 0,08  | 0,87 |
| E.H.L.     | 3,1    | 3,3    | 1,40      | 162    | 40     | 1/12      | 21,8 | 3,6 | 8,1  | 39,8  | 0,64 | 1,51 | 0,07  | 1,16 |
| L.S.       | 1,9    | 2,1    | 1,50      | 94     | 24     | 1/13      | 7,4  | 1,9 | 2,8  | 21,0  | 0,56 | 1,27 | 0,07  | 0,44 |
| Rc. E.H.E. | 2,9    | 3,1    | 1,50      | 119    | 40     | 1/14      | 15,9 | 3,7 | 6,1  | 51,6  | 0,55 | 0,72 | 0,07  | 1,08 |
| E.H.       | 3,0    | 3,2    | 1,61      | 115    | 50     | 1/16      | 16,1 | 3,6 | 14,4 | 44,4  | 0,92 | 1,25 | 0,08  | 0,81 |
| E.H.L.     | 2,1    | 2,2    | 1,62      | 117    | 27     | 1/11      | 11,0 | 2,7 | 6,2  | 33,8  | 0,65 | 1,34 | 0,10  | 0,70 |
| L.S.       | 0,8    | 0,9    | 1,76      | 35     | 6      | 1/14      | 5,1  | 1,1 | 1,3  | 11,5  | 0,30 | 0,23 | 0,03  | 0,47 |
| Beoins     |        |        |           |        |        |           |      |     |      |       |      |      |       |      |
| Adultes    | —      | 4      | 1,33      | 355    | 195    | 1/7       | 43,5 | 28  | 16   | Cou-  | 26   | —    | Cou-  | —    |
| Génisses   | 3,3    | —      | 1,33      | 250    | 165    | 1/8       | 43,0 | 26  | —    | verts | 26   | —    | verts | —    |

Tous ces résultats sont exprimés en grammes.

Reprenons chaque élément en particulier :

— Les trois premières associations T.E., E.H.E., E.H., exploitées en paddocking, satisfont au point de vue U.F.E. et U.F.L. ; dès que le bétail doit se nourrir exclusivement dans l'E.H.L. et le L.S., sa production ou sa croissance doivent s'en ressentir. Les meilleures associations, E.H.E. et E.H. en ranching, couvrent à peine les  $\frac{3}{4}$  des besoins fourragers. Les deux autres groupements ne sont même pas à envisager.

— Le coefficient d'encombrement se situe toujours au dessus de la normale.

— La quantité de P.B.D. fournie par T.E. et E.H.E. suffit pour les génisses ; mais, même pour ces deux groupements considérés comme les meilleurs, nous devons prévoir des suppléments pour maintenir la production laitière. En ranching, l'hypoprotéinose est flagrante. Quant aux matières grasses, leur carence se marque dans chaque association.

— La relation nutritive qui, pour les animaux en croissance et les animaux laitiers, doit être assez large ( $\frac{1}{7}$ ), est généralement inférieure à  $\frac{1}{10}$ .

— Le nombre et l'importance des carences minérales battent sans doute tous les records du Congo et du Ruanda-Urundi : carence certaine en Ca, P, Mg, Na ; comparativement aux autres régions, apports ferriques et manganiques déficitaires ; seuls K et Cu sont toujours en abondance.

Cette succession des carences complique singulièrement le problème ; non seulement, nous devons obliger l'indigène au paddocking s'il veut atteindre un rendement minimum dans l'exploitation des pâturages naturels, mais encore lui imposer la culture des plantes fourragères.

Pour remédier à l'hypoprotéinose marquée, il était logique de songer tout d'abord aux tourteaux, à condition que ceux-ci soient économiques. Grâce au développement de la culture cotonnière et de ses industries annexes dans la Ruzizi, nous pouvons nous procurer facilement et à bon compte du tourteau de coton qui contient 36 % de protéines brutes et 16 % de matières grasses. Il peut être administré aux vaches laitières et aux génisses à raison de 1,5 Kg par jour.

Si chaque jour, chaque bête reçoit cette quantité, elle pourra alors combler le déficit protéique et lipidique qui existe entre ses besoins d'entretien et de production et les apports des associations telles que T.E. et E.H.E.

A ce concentré, nous ajouterons, comme fourrage vert, du *Pennisetum purpureum* var *Keyberg*, couramment utilisé dans la lutte anti-érosive et *Setaria sphacelata*, facilement cultivé en marais.

Avec le tourteau et ces suppléments fourragers, nous sommes certain de couvrir les besoins et peut-être d'augmenter la production de nos vaches laitières (un autre avantage de ces suppléments : ils sont riches en P).

Nous devons maintenant calculer la composition centésimale d'un complément minéral qui apporterait

entre 25 et 30 gr de Ca  
entre 25 et 30 gr de P  
+ 10 gr. de Mg  
+ 25 gr. de Na  
du Fe, Mn, Co.

Voici la composition centésimale du mélange que P. Mathieu met constamment à la disposition de son bétail :

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Phosphate de Na                | 27 %  |
| Phosphate bicalcique précipité | 22 %  |
| Chlorure de Na                 | 45 %  |
| Sulfate de Fe                  | 2,5 % |
| Sulfate de Cu                  | 0,3 % |
| Sulfate de Co                  | 0,2 % |
| Sulfate de Mg                  | 1,5 % |
| Sulfate de Mn                  | 1,5 % |

Ces suppléments énergétiques ont été calculés pour les mois de mars et avril, c'est-à-dire une des périodes les plus favorables de l'année. Il est évident que l'importance de ces suppléments devra s'accroître au fur et à mesure que nous approchons de la saison sèche qui se situe de juin à septembre. Pendant cette dernière saison, les haies anti-érosives et les cultures en marais ne suffiront pas à couvrir les besoins et nous devrons avoir presque uniquement recours à des cultures fourragères. Parmi celles-ci, citons quelques espèces échantillonnées par le Professeur J. Gillain en juillet 56 et analysées par nous en septembre 57, qui valent la peine d'être retenues : *Canna edulis*, lupin en gousse, *Setaria splendida*, *Pennisetum Urukwamu*, *Pennisetum Keyberg*. Ces plantes donnent toujours d'excellents résultats, tant au point de vue protéique qu'au point de vue lipidique.

\*  
\* \*

### CHAPITRE III — Dynamique de la végétation sous différents modes de traitement

Après avoir étudié la valeur alimentaire des associations naturelles de la Luvironza, il était intéressant d'examiner les réactions de la végétation à différents types de traitements tels que le fauchage et le brûlage.



Dans ce but, une colline entière, celle de Musabico, fut divisée en onze parcelles de 2 Ha chacune, ensuite elle fut cartographiée pour la première fois en mars 55 par G. Michel ; quatre groupements y furent retrouvés :

- 1) E.H.
- 2) E.H.E.
- 3) E.H.L.
- 4) groupement paludicole à *Setaria sphacelata*.

Le traitement et la périodicité de celui-ci furent différents pour chaque parcelle mais la charge fut partout de 2 têtes/Ha. Voici le plan de l'expérimentation :

|                          |                |         |            |      |
|--------------------------|----------------|---------|------------|------|
| 1 <sup>er</sup> fauchage | annuel précoce | (mars)  | — Parcelle | I    |
|                          | biennal »      | (mars)  | »          | II   |
|                          | triennal »     | (mars)  | »          | III  |
|                          | annuel tardif  | (sept.) | »          | IV   |
|                          | biennal »      | (sept.) | »          | V    |
|                          | triennal »     | (sept.) | »          | VI   |
| 2 <sup>e</sup> brûlage   | annuel tardif  | (oct.)  | — Parcelle | VII  |
|                          | biennal »      | (oct.)  | »          | VIII |
|                          | triennal »     | (oct.)  | »          | IX   |
|                          | annuel précoce | (juin)  | »          | X    |
|                          | biennal »      | (juin)  | »          | XI   |

En mars 58, nous avons de nouveau cartographié la colline.

Le tableau ci-dessous nous donne en % de l'aire d'une parcelle, le taux de recouvrement de chaque association, lors des deux relevés cartographiques.

|                               | E.H.E. |      |       | E.H. |      |       | E.H.L. |      |       |
|-------------------------------|--------|------|-------|------|------|-------|--------|------|-------|
|                               | 1955   | 1958 | Diff. | 1955 | 1958 | Diff. | 1955   | 1958 | Diff. |
| I-Fauchage annuel précoce     | 40     | 69   | +30   | 60   | 30   | —30   | —      | —    | —     |
| II-Fauchage biennal précoce   | 19     | 44   | +25   | 77   | 52   | —25   | 4      | 4    | 0     |
| III-Fauchage triennal précoce | 3      | 21   | +18   | 92   | 73   | —19   | 5      | 5    | 0     |
| IV-Fauchage annuel tardif     | 19     | 29   | +10   | 81   | 71   | —10   | —      | —    | —     |
| V-Fauchage biennal tardif     | 13     | 48   | +35   | 86   | 51   | —35   | —      | —    | —     |
| VI-Fauchage triennal tardif   | 22     | 68   | +46   | 78   | 32   | —46   | —      | —    | —     |
| VII-Brûlage annuel tardif     | 52     | 30   | —22   | 48   | 70   | +22   | —      | —    | —     |
| VIII-Brûlage biennal tardif   | 72     | 46   | —26   | 28   | 54   | +26   | 2      | 0    | —2    |
| IX-Brûlage triennal tardif    | 28     | 16   | —12   | 51   | 79   | +28   | 21     | 4    | —17   |
| X-Brûlage annuel précoce      | 24     | 4    | —20   | 59   | 84   | +25   | 17     | 12   | —5    |
| XI-Brûlage biennal précoce    | 23     | 17   | —6    | 42   | 59   | +17   | 35     | 24   | —11   |

### *Réaction de la végétation aux deux modes de traitement*

Nous remarquons que le fauchage, annuel, biennal ou triennal, hâtif ou tardif, provoque l'extension du meilleur faciès, alors que l'influence du brûlage est totalement inverse. La moyenne des extensions de la meilleure association (E.H.E.) est, pour l'ensemble des fauchages, de 27 %, alors que le brûlage, sous ces cinq formes, a amené une régression de 17 % de ce même groupement.

Si nous voulons analyser ces résultats afin de connaître l'époque à laquelle le traitement apporte une plus grande amélioration, ou une régression moins marquée, nous devons convertir nos chiffres et exprimer les régressions et les extensions en % de la surface couverte par chaque association lors du premier relevé. Sans cette conversion, les effets bons ou mauvais de l'un ou de l'autre traitement seraient atténués pour les associations dont l'aire de recouvrement était faible en 1955.

Voici l'expression de l'évolution en % de la surface occupée par chaque association lors de la cartographie de 1955 :

|            | E.H.E. | E.H. | E.H.L. |
|------------|--------|------|--------|
| Parcelle I | +74    | —49  | —      |
| » II       | +131   | —32  | 0      |
| » III      | +681   | —21  | 0      |
| » IV       | +54    | —12  | —      |
| » V        | +170   | —40  | —      |
| » VI       | +207   | —59  | —      |
| » VII      | —42    | +45  | —      |
| » VIII     | —35    | +99  | —100   |
| » IX       | —41    | +54  | —78    |
| » X        | —83    | +41  | —28    |
| » XI       | —23    | +40  | —31    |

### *Commentaires*

Il ne faut pas perdre de vue que le but du Centre d'Élevage de la Luvironza n'est pas d'établir les normes d'une exploitation des pâturages naturels en élevage européen, mais bien d'étudier les moyens, d'expérimenter les traitements à mettre à la disposition de l'indigène, pour que celui-ci retire de son petit élevage un minimum de ressources. Encore faut-il que ces moyens soient à la portée du Barundi.

En tenant compte des possibilités de l'indigène, il est logique de penser que celui-ci optera pour un système d'exploitation qui se situe entre le paddocking pur et le ranching pur. Or, nous avons vu que de toutes les associations envisagées, seules celles à base d'*Exothea abyssini-*

*nica* sont en mesure de fournir, durant la plus grande partie de l'année, une masse verte suffisamment riche et surtout suffisamment appétée, quel que soit le traitement imposé...

D'un autre côté, nous avons constaté que la production des groupements précités était faible vis-à-vis de la production d'associations de moindre valeur. Ceci est dû au surpâturage continué auquel est soumis l'*Exothea abyssinica* ; parfois, ce surpâturage est tellement poussé qu'il provoque une diminution du pourcentage de recouvrement (de 100 % en 56 à 70 % en 58) et nous avons signalé dans le premier chapitre les graves inconvénients qui découlent d'une couverture insuffisante du sol pendant la saison sèche.

C'est pour ces deux raisons que nous avons limité notre étude de l'évolution de la végétation, à l'influence des deux traitements sur le développement de l'*Exothea abyssinica*, celui-ci étant le seul à pouvoir nous apporter une solution au problème posé.

### Fauchage

Que le fauchage soit hâtif ou tardif, son action améliorante sur l'*Exothea abyssinica* augmente avec son espacement ; ce dernier effet se marque surtout dans la parcelle III. L'augmentation de 681 % pourrait nous pousser à adopter exclusivement ce système. Ce serait, à notre avis, tirer des conclusions trop hâtives d'un essai qui ne comporte aucune répétition et qui, en plus du brûlage et du fauchage, a subi l'influence de facteurs non contrôlés que nous citerons dans la suite de l'exposé.

Le tableau nous donne d'une part, les causes premières et d'autre part, les effets ; nous ne connaissons rien des causes intermédiaires qui sont pour chaque espèce : le mode de propagation, la réaction au feu et au fauchage suivant le stade de développement atteint, la périodicité et la longueur du cycle biologique. Tous ces points obscurs devraient faire l'objet d'une étude approfondie. Ces dernières recherches permettraient sans doute la mise au point définitive d'un système favorisant au maximum l'expansion de l'*Exothea abyssinica*.

Pour en terminer avec le paragraphe fauchage, signalons que l'expansion foudroyante constatée dans certaines parcelles ne gardera sans doute pas son rythme actuel et se soumettra bientôt à la loi des rendements décroissants. En effet, jusqu'il y a quatre ans, le feu agissait comme facteur limitant principal ; dès la disparition de celui-ci, la végétation, résultante finale des facteurs sol et climat, peut, en un laps de temps assez court, évoluer librement et atteindre le niveau de développement correspondant à ses véritables possibilités.

### Brûlage

Dans les cinq parcelles soumises au brûlage, la régression de l'*Exothea abyssinica* est nette ; elle atteint son maximum dans la parcelle X. Celle-ci soumise à un feu annuel hâtif reste découverte pendant la saison sèche.

Comme dans le cas du fauchage, on ne peut discerner l'époque à laquelle le brûlage est le moins nocif ; ici aussi, l'étude biologique nous apporterait de précieux renseignements.

### Facteur pédologique

Plus encore dans le cas du brûlage que dans le cas du fauchage, nous nous abstenons d'interpréter les chiffres de façon trop mathématique car, outre les facteurs biologiques inconnus, l'influence du facteur sol n'est pas déterminée. Nous aurions dû juxtaposer à la carte phytosociologique, une carte des sols, sommaire sans doute, mais qui nous aurait indiqué les types de sols retrouvés dans chaque parcelle. Quand nous nous sommes rendu compte de l'importance de ce facteur, nous étions déjà revenu en Belgique. Cependant d'après nos souvenirs, les relevés phytosociologiques réalisés sur cette colline et la topographie, nous avons pu reconstituer une carte pédologique assez vague. Malgré le manque de précisions nous pouvons définir ainsi le mode d'action des types de sol :

1° Les effets améliorants du fauchage sont atténués par la présence d'un sol pauvre en argile.

2° L'effet dégradant du brûlage est accentué par la présence de ce même type de sol.

Cet essai n'est pas à l'abri de critiques justifiées, cependant, nous estimons pouvoir conclure en ces termes : seul le fauchage est en mesure de faire évoluer la flore dans le sens que nous recherchons ; une étude ultérieure déterminera l'époque la plus appropriée de ce fauchage.

\*  
\* \*

### BIBLIOGRAPHIE

- ADAMANTIDIS. Monographie pastorale du Ruanda-Urundi (B.A.C.B. - Vol. XLVII, 1956, N° 3, p. 585-610).  
BULTOT, F. Saisons et Périodes sèches et pluvieuses au Congo Belge et au Ruanda-Urundi (communication N° 9 du Bureau Climatologique), Bruxelles, 1954.  
BURNY, A. Communication personnelle.  
GILLAIN, J. Organisation et exploitation des élevages au Congo Belge. *Zootechnie Générale*, tome 1. Bruxelles, 1953.

- GILLAIN, J. Cours de Zootechnie tropicale (2<sup>e</sup> Ingénieur B).  
 HENNAUX, L. L'Alimentation minérale du bétail au Congo Belge (Publication I.N.É.A.C. Bruxelles 1955, série technique N° 48).  
 HENNAUX, L. Cours de Bromatologie (1<sup>re</sup> Ingénieur B).  
 HENNAUX, L. & COMPÈRE, R. Le ravitaillement en Calcium et en Phosphore et le comportement du squelette du bétail au Congo Belge (Publication I.N.É.A.C. Bruxelles 1955, série technique, N° 45).  
 HUTCHINSON, L. & DALZIEL, J. M. Flora of West Tropical Africa. London, 1927.  
 LEBRUN, J. La végétation et les territoires botaniques du Ruanda-Urundi (Les Naturalistes belges, novembre 1956, tome XXXVII).  
 MATHIEU, L. L'Amélioration et l'élevage en Urundi (rapport inédit).  
 MORRISON. Feeds and Feeding, p. 1148.  
 ROBINS, W. Flore agrostologique du Congo Belge et du Ruanda-Urundi Vol. 2. Publication du Ministère des Colonies, Bruxelles, 1934.

## RÉSUMÉ

Les savanes d'altitude de l'Urundi appartiennent à la région Soudano-Zambézienne, Domaine Oriental, district de la Dorsale Orientale, sous-district de la Haute Montagne.

Depuis des siècles, suite à l'action des feux intempestifs, la forêt ombrophile de montagne a fait place à une savane herbeuse, non arbustive, composée de cinq associations de physionomie et de composition floristique quasi uniformes ne se différenciant que par des critères d'abondance-dominance. L'analyse de leur valeur bromatologique démontre que seul, les groupements herbeux à base d'*Exothea abyssinica* peuvent couvrir les besoins du bétail dans leur plus grande partie ; encore faut-il prévoir des suppléments énergétiques et minéraux. En outre, l'*Exothea abyssinica* est la seule graminée autochtone gardant une valeur satisfaisante liée à une appétence suffisante durant la saison sèche.

Actuellement, les associations à base d'*Exothea abyssinica* recouvrent relativement peu de surface. Réalisée dans le but de faire augmenter ce taux de recouvrement, l'étude de la dynamique de la végétation sous différents modes de traitement fait apparaître que seul le fauchage est en mesure de faire évoluer la flore dans le sens recherché.

## The high altitude pasturale in Urundi

### SUMMARY

The high altitude savannahs of Urundi are part of the Soudan-Zambezi area, the Domaine Oriental, the Dorsale Orientale district, sub-district Haute Montagne.

For centuries, untimely fires have caused the mountain shade forest to give way to a non-shrubby grass savannah, composed of live associations of almost uniform appearance and botanical build-up, only differing by abundance-predominance criteria. The analysis of their nutritive value shows that only grass associations based on *Exothea abyssinica* can cover



the needs of cattle to a large extent, concentrates and minerals must however be added. Moreover, *Exothea abyssinica* is the only autochthonous grass which combines satisfactory nutritive value with sufficient flavour for the animals during the dry season.

At present, *Exothea abyssinica* associations cover only a relatively small area. With the object in view of increasing this area, studies of population dynamics under various treatments have been carried out which show that only mowing pushes the flora in the desired direction.

---

### Die Hochweiden in Urundi

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Hochsavanen des Urundis gehören dem Sudan-Sambesischen Gebiet, Ost-Domäne, Distrikt des östlichen Höhenrückens, Unterdistrikt des Hochgebirges, an.

Seit Jahrhunderten hat der Gebirgsschattenwald unter der Einwirkung der Waldbrände der Grassavane ohne Baumbestand Platz gemacht. Diese Savane ist auf fünf Vereinigungen gleicher Physionomie und floristischer Zusammensetzung, die sich nur durch das Kriterium Häufigkeit und Dominanz unterscheiden, gebildet. Die Analyse des Futterwertes zeigt uns, dass nur die Grasgruppen, die hauptsächlich *Exothea abyssinica*, enthalten, grösstenteils den Bedarf des Viehs decken können; jedoch muss man noch zusätzliche energetische und mineralische Stoffe vorsehen. Ausserdem ist *Exothea abyssinica* die einzige autochtone Graspflanze, die während der Trockenperiod einen genügenden Wert verbunden mit einer zufriedenstellenden Geschmacklichkeit behält.

Augenblicklich bedecken die Vereinigungen mit *Exothea abyssinica* nur relativ wenige Oberflächen. Das Studium der Dynamik der Vegetation bei verschiedenen Behandlungsmethoden, das zum Zweck der Erhöhung des Bedeckungsprozentsatzes ausgeführt wurde, zeigt uns, dass einzig und allein das Mähen in der Lage ist, die Flora in diesem erwünschten Sinne zu entwickeln.

---

## Composition minérale du sérum sanguin des races bovines indigènes du Congo

par A. BURNY

*Ingénieur agronome, Assistant à l'IRISIA (Service de la Chaire de Zootechnie  
de l'Institut agronomique de Gembloux) (Belgique)*

Est-il besoin de rappeler l'importance physiologique d'une part des éléments métalliques : Calcium, Magnésium, Sodium et Potassium et d'autre part des éléments métalloïdiques : Phosphore et Chlore. Chacun joue un rôle de premier plan dans l'économie animale et, partant, son cheminement et son devenir doivent être connus le plus exactement possible par ceux qui veulent exploiter à des fins économiques le matériel vivant.

Le calcium (Ca) est l'élément dominant de la substance osseuse ; il régularise la fonction nerveuse et sert de pont entre les molécules d'acide désoxyribonucléique constitutives du chromosome. Le magnésium (Mg) comble la déficience calcique dans certains cas physiologiques bien précis et trouve son rôle principal dans la participation à plusieurs systèmes enzymatiques essentiels. Il est avec le potassium (K) un des éléments de la synthèse protéique (CANNON et al. (1) ; MENAKER et KLEINER (2) ; FROST et SANDY (3) ). Le couple Sodium-Potassium (Na-K) est souvent considéré comme tel. Leurs effets mutuels tantôt se complètent, tantôt sont antagonistes l'un de l'autre. Le premier est avec le chlore (Cl) déterminant dans l'équilibre acide-base de l'organisme et dans la régulation de la pression osmotique. Le second participe à l'action des enzymes phosphorylants du cycle des hydrates de carbone (BOYER et coll.) (4).

Nous attribuons au Phosphore (P) une place à part. Il est omniprésent et constitue vraiment l'élément clé de la cellule animale quelle qu'elle soit. Il est la plaque tournante dans l'utilisation des glucides alimentaires. Il fait en outre partie intégrante des phospholipides et des phosphoprotéines.

Cette étude constitue un début d'expérimentation. Notre but était d'établir la carte biochimique de chacun de nos animaux d'expérience et de voir, par la suite, si la suppression de la supplémentation minérale avait des répercussions au niveau du sérum sanguin.

Pour que le rationnement des cellules soit assuré de façon permanente et régulière, il est nécessaire que le sang qui les alimente ait une charge

la plus constante possible. Celle-ci est le résultat de l'intervention de nombreux facteurs parmi lesquels nous citerons l'espèce animale, la race, l'âge, l'état physiologique, l'alimentation. Pourvu que les conditions de travail soient rigoureusement définies, les valeurs de certaines constantes sanguines pourront avoir, elles aussi, une signification bien définie.

Confronté avec tous les autres éléments qui, à part les examens histologiques, n'autorise d'habitude que des présomptions, l'examen du sang permet souvent de transformer celles-ci en certitude, en révélant le sens d'une déviation soit phosphocalcique, soit protéique (F. LIEGEOIS) (5).

### **Le sérum sanguin, miroir du métabolisme minéral**

Nous ne citerons que quelques faits saillants d'une importance zootechnique immédiate. Ce sont :

- l'élévation de la magnésiémie en cas de rachitisme (BOMSKOV et KRUGER) (6) ;
- de la phosphatémie pendant la période de formation de l'écaille de l'œuf (FEINBERG et coll) (7) ; KEGES et POTTER) (8) ;
- de la kaliémie en cas de fièvre vitulaire ;
- en outre, la chute du taux de Ca et de P sanguins lors de la mise bas (GODDEN et ALLCROFT) (9), (WILSNS et HART) (10) ;
- de la calcémie en cas de fièvre vitulaire.

### **Les divers éléments minéraux dans le sérum sanguin**

D'après RONA et TAHAKASHI (11) le calcium sérique peut être séparé en deux portions, l'une colloïdale arrêtée par une membrane semi-perméable, l'autre diffusible, traverse celle-ci.

A ce propos, le calcium diffère du chlore, du phosphore, du sodium et du potassium qui, d'après Neuhausen et PINCUS (12) sont totalement diffusibles.

Diverses observations ont été faites sur les modifications de la calcémie en cas de désordre du métabolisme calcique. SALVESEN et LINDER (13) dans une étude de la relation Ca — protéines du sérum sanguin, en cas de tétanie parathyroïdienne, concluent que cet état est probablement dû à une baisse initiale de la fraction diffusible et ionisée du calcium. De ses expériences sur chiens et lapins, MORITZ (14) conclut :

a) la chute du Ca sanguin, en cas de tyroparathyroïdectomie se traduit surtout dans la fraction diffusible.

b) une élévation du taux de Ca sérique produite par une injection d'extrait parathyroïdien n'altère pas le rapport  $\frac{\text{Ca diffusible}}{\text{Ca colloïdal}}$ .

Entièrement diffusible (12) le chlore jouerait un rôle primordial dans la régularisation de la pression osmotique. Des échanges auraient lieu entre le lactose de la glande mammaire, ou même le dextrose du sang, et le Cl sanguin (Groenewald) (15).

### Valeurs des constantes sanguines

Il est étonnant de constater combien les valeurs des diverses constantes sanguines varient d'un auteur à l'autre. Nous avons cité plus haut quelques facteurs susceptibles d'intervenir dans ces fluctuations. Le phosphore, entre autres, est éminemment peu stable. Dès lors, il faudra être prudent dans l'interprétation des chiffres obtenus et connaître aussi exactement que possible le comportement normal.

*Voici quelques chiffres :*

|                  |                            |                                     |
|------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| <i>Calcium</i>   | : Robinson et Huffman (16) | de 7,7 à 14,7 mg Ca/100 ml de sang. |
|                  | Allcroft et Green (17)     | 8,6 à 11,6 mg Ca/100 ml. sang.      |
| <i>Phosphore</i> | : Robinson et Huffman (16) | 5,87 mg P/100 ml. sang              |
|                  | Allcroft et Green (17)     | 4,0 à 6,0 »                         |
|                  | Salgues (18)               | 5,4 à 6,6 »                         |
| <i>Magnésium</i> | : Robinson et Huffman (16) | 2,16 mg Mg/100 ml de sang           |
|                  | Liègeois et Coll. (19)     | 1,9 à 2,35 mg Mg/100 ml. sang       |
|                  | Allcroft (20)              | 1,8 à 3,1 »                         |
| <i>Chlore</i>    | : Groenewald (15)          | 291 à 369 mg Cl/100 ml sang         |
| <i>Sodium</i>    | : »                        | 304 à 346 mg Na/100 ml sang         |
| <i>Potassium</i> | : »                        | 35,4 à 69,2 mg K/100 ml sang        |

### Influence de l'alimentation sur la valeur des constantes sanguines

#### a) CALCIUM

BARONNE et BONANNO (21) prétendent qu'une ration acide produit une augmentation du Ca sérique et qu'une ration alcaline fait baisser le taux du K. Ceci n'a pas été confirmé.

FITCH, BOYD et ECKLES (22) chez la vache laitière, DUTOIT et Coll. (23) chez le mouton, ne purent faire baisser le taux du calcium sanguin avec des rations pauvres en Ca. MIRVISH (24) pense que la calcémie est très constante et ne varie qu'en cas de circonstances spéciales ou lorsque certaines substances sont injectées.

KINTNER et HOLT (25), chez les bovidés, JONES et ROBSON, chez le rat (26), FRASER (27) chez le mouton, montrent que la calcémie n'est pas influencée par une ration déficiente en Ca, à condition que l'apport de vitamines D soit suffisant. Si celle-ci n'est pas présente en quantités suffisantes, le taux calcique du sérum diminue (FRASER) (28), (JONES et COHN) (29).

RUPEL et Coll. (30) vont même plus loin et observent une baisse du Ca sérique chez le veau recevant une ration adéquate au point de vue minéral mais déficiente en vit. D.

#### b) PHOSPHORE

MALAN et coll. (31) ont montré que le P inorganique pouvait varier rapidement sous l'influence du rationnement, bien qu'il y ait apparemment une grande marge normale de variation. Celle-ci serait de 0,46 mg par jour (HENDERSON et LANDINGHAM) (32).

Avec des rations pauvres en P, la phosphatémie peut tomber jusqu'à 1,0 mg/100 ml. (31). Les mêmes auteurs considèrent comme normales des teneurs supérieures à 3,5 mg/100 ml.

La vit. D se révèle tout aussi nécessaire pour le P que pour le Ca (KRAMER et HOLLAND) (33).

#### c) MAGNÉSIUM, SODIUM, POTASSIUM, CHLORE

Un intérêt moindre a été porté à ces éléments. BURNS et coll. (34) constatent une augmentation du sodium sérique parallèlement à l'élévation du sodium de la ration. Chez le lapin, HOVE et HERNDON (35) observent qu'en cas de déprivation potassique, la kaliémie n'atteint que 13,6 mg/100 ml., alors que le lot témoin est à 17,4 mg/100 ml.

Le chlore semble varier indépendamment des apports alimentaires. Bien que l'alimentation apporte moins de chlore que n'en élimine la glande mammaire, GROENEWALD (15) n'obtient pas de différence significative entre le lot testé et le lot témoin, quant au taux du chlore sérique. Le même auteur est très catégorique en ce qui concerne le magnésium. Pour lui, le magnésium alimentaire n'a aucune influence sur la magnésémie.

De cette brève revue, nous retiendrons surtout que le taux du phosphore sanguin est éminemment variable en fonction des apports de la ration. La calcémie paraît très stable, ainsi que la concentration sanguine en chlore. Sodium et potassium se sont révélés variables au cours d'expériences de laboratoire.



### Planification expérimentale

Notre travail fut divisé en deux parties. La 1<sup>re</sup> série de prises de sang et d'analyses fut faite dans le but de caractériser, autant que possible, chacune de nos bêtes.

Les animaux dont nous disposions furent alors divisés en deux groupes. L'un de ceux-ci gardait sa supplémentation minérale, l'autre ne recevait plus de briques à lécher. Après 2 mois 1/2 de pâturage, dans ces conditions, une nouvelle série de prises de sang fut effectuée.

#### A. ANIMAUX

Nous avons pu disposer de 8 bœufs de race Alurs, importés de Nioka depuis 6 mois, et de 8 génisses et bouvillons de race Dahomey.

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

| N°<br>Réf. | ALURS |                      |          |          | DAHOMEY    |                      |       |       |
|------------|-------|----------------------|----------|----------|------------|----------------------|-------|-------|
|            | N°    | Date de<br>naissance | Poids    |          | N°<br>Réf. | Date de<br>naissance | Poids |       |
|            |       |                      | Av. exp. | Ap. exp. |            |                      | Avant | Après |
| 1          | 1247  | S 10/10/52           | 368      | 347      | 590        | S 4/2/56             | 119   | 147   |
| 2          | 1362  | S 10/12/52           | 417      | 390      | 991        | S 1955               | 140   | 157   |
| 3          | 1472  | S 26/ 2/53           | 440      | 426      | 522        | 1955                 | 146   | 159   |
| 4          | 1604  | 10/ 5/53             | 384      | 354      | 635        | S 27/ 2/56           | 88    | 112   |
| 5          | 1743  | S 5/ 8/53            | 416      | 416      | 680        | 1955                 | 147   | 166   |
| 6          | 1933  | 6/12/53              | 400      | 404      | 862        | 22/ 2/56             | 108   | 133   |
| 7          | 1935  | 6/12/53              | 418      | 403      | 860        | S 1956               | 84    | 107   |
| 8          | 3031  | 10/ 2/54             | 390      | 383      | 863        | 4/ 2/56              | 111   | 134   |

*Remarque :* Le signe S indique les animaux qui furent supplémentés pendant toute l'expérience.

*Voici la composition des briques à lécher :* blocs de  $\pm 2,15$  kg.

|     |         |      |         |
|-----|---------|------|---------|
| Ca  | 0,84 %  | P    | 0,50 %  |
| Fe  | 0,18 %  | NaCl | 94,30 % |
| K I | 0,03 %  | Co   | 0,005 % |
| Cu  | 0,004 % | Mn   | 0,004 % |
| Mg  | 0,003 % |      |         |

La division de chaque groupe d'animaux en deux lots fut réalisée au hasard, par tirage au sort.

## B. PÂTURES

a) *Nature des pâtures utilisées*

L'étendue de chacune des deux parcelles et sa composition botanique furent les suivantes.

1) *Sous-groupe ne recevant pas de suppléments minéraux.*

Presqu'île des Lokele — parcelle B<sub>2</sub> — 3,01 Ha

*Brachiaria mutica* (dominant).

*Setaria sphacelata* (peu)

*Brachiaria ruziziensis* (très peu).

*Stylosanthes gracilis* (très peu).

Le *Setaria sphacelata* accumule le Sodium, mais il est peu représenté (moins de 10 %) dans cette parcelle.

2) *Sous-groupe recevant une supplémentation minérale.*

Presqu'île des Lokele — parcelles C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>.

Parcelle C<sub>1</sub>                      *Setaria splendida* : ± 45 %

*Brachiaria mutica* : ± 45 %

2 Ha 12                      *Setaria sphacelata*.

Parcelle C<sub>2</sub>                      idem B<sub>2</sub> mais avec une proportion

1,52 Ha                      plus grande de *Setaria sphacelata*.

b) *Système d'exploitation*

Le système d'exploitation des pâtures fut celui de la rotation continue des troupeaux. Ceci impliquait la division des parcelles en paddocks.

1) *Sous-groupe ne recevant pas de suppléments minéraux.*

Division de la parcelle B<sub>2</sub> en 4 paddocks, contenant respectivement 86,4 ; 68,4 ; 76,6 ; 76,6 ares.

Séjour dans chaque paddock : 9 - 12 jours.

Durée de la pousse de l'herbe : 27 - 36 jours.

Chaque paddock a subi une fauche préliminaire au Rotary-cutter environ 1 mois avant sa première utilisation.

Une herbe d'âge physiologique identique était ainsi mise à la disposition de tous les animaux d'expérience.

2) *Sous-groupe recevant une supplémentation minérale.*

Division de la parcelle C<sub>1</sub> en 2 paddocks, de 1,08 Ha et 1,04 Ha et de la parcelle C<sub>2</sub> en 2 paddocks, de 0,75 Ha et 0,77 Ha.

Le traitement fut le même que pour la parcelle B<sub>2</sub>.

c) *Évaluation de l'herbe consommée et composition chimique de cette dernière*

Cette évaluation fut faite par une méthode de fauchage avec

cages protectrices (LINCHAN) (36) dans laquelle la « quantité d'herbe consommée est égale à la quantité d'herbe fauchée dans les cages à la fin de la période, diminuée de la quantité d'herbe délaissée hors des cages, également à la fin de la période ».

Dimensions des cages : 3 m  $\times$  1 m  $\times$  1 m.

Nombre de cages par Ha : 5 (Pâtures homogènes).

Mise en place des cages : entrée des animaux dans les paddocks.

Fauchage : sortie des animaux.

Emplacement des cages et des surfaces à faucher hors de celles-ci : emplacements au hasard.

Alurs et Dahomey ne pouvant être séparés, la quantité totale d'herbe consommée sur un paddock fut répartie proportionnellement au poids vif de chacun des animaux.

#### — PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS DE SANG

Dans le but d'éliminer le facteur parasite : variation du taux de Ca et Mg sériques au cours de la journée (BLOSSER et coll) (37) les prélèvements de sang ont été faits suivant un plan de randomisation des animaux établi au hasard.

Nous appelons :

1<sup>e</sup> groupe :

a) pour la 1<sup>e</sup> série de prélèvements : les bœufs Alurs.

b) pour la 2<sup>e</sup> série de prélèvements : les animaux supplémentés (S).

2<sup>e</sup> groupe :

a') pour la 1<sup>e</sup> série de prélèvements : les Dahomey.

b') pour la 2<sup>e</sup> série de prélèvements : les animaux non supplémentés (S)

| Jours           | Groupe | Numéro de référence (voir tableau) |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------|--------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 <sup>er</sup> | 1      | 8                                  | 4 | 5 | 7 | 3 | 6 | 2 | 1 |
|                 | 2      | 7                                  | 1 | 4 | 3 | 6 | 8 | 2 | 5 |
| 3 <sup>e</sup>  | 1      | 5                                  | 1 | 8 | 3 | 7 | 2 | 6 | 4 |
|                 | 2      | 2                                  | 4 | 6 | 1 | 8 | 3 | 7 | 5 |
| 5 <sup>e</sup>  | 2      | 8                                  | 3 | 7 | 6 | 5 | 2 | 1 | 4 |
|                 | 1      | 5                                  | 7 | 4 | 8 | 2 | 1 | 3 | 6 |
| 7 <sup>e</sup>  | 2      | 7                                  | 8 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 | 6 |
|                 | 1      | 1                                  | 8 | 4 | 3 | 2 | 7 | 6 | 5 |

**Analyses de l'herbe consommée par Bocufs Alurs et Dahomey à Yangambi**  
 1. PARCELLE B<sub>2</sub> (animaux non supplémentés).

|                  | % de la M.S. |           |         |                  |                       | Mg/Kg M.S. |       |       |        |        |       |
|------------------|--------------|-----------|---------|------------------|-----------------------|------------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                  | Prot. brutes | Cellulose | Cendres | Matières grasses | Extractifs non azotés | Ca         | P     | Mg    | Na     | K      | Cl    |
| <i>Paddock 1</i> |              |           |         |                  |                       |            |       |       |        |        |       |
| avant broutement | 8,6          | 31,2      | 8,0     | 1,6              | 50,6                  | 2.000      | 1.730 | 1.800 | 40     | 26.200 | 2.800 |
| après broutement | 7,2          | 30,5      | 7,8     | 1,5              | 53,0                  | 2.000      | 1.960 | 1.700 | 40     | 25.800 | 2.700 |
| <i>Paddock 2</i> |              |           |         |                  |                       |            |       |       |        |        |       |
| avant broutement | 7,5          | 30,3      | 7,8     | 1,8              | 52,6                  | 2.100      | 2.170 | 1.800 | 50     | 27.000 | 3.800 |
| après broutement | 6,7          | 31,1      | 8,2     | 1,6              | 52,4                  | 1.900      | 2.340 | 1.900 | 60     | 25.800 | 4.300 |
| <i>Paddock 3</i> |              |           |         |                  |                       |            |       |       |        |        |       |
| avant broutement | 8,6          | 29,7      | 7,4     | 1,4              | 52,9                  | 1.900      | 1.640 | 1.400 | 50     | 24.900 | 1.800 |
| après broutement | 7,1          | 30,4      | 7,7     | 1,4              | 53,4                  | 1.800      | 1.700 | 40    | 22.300 | 1.500  |       |
| <i>Paddock 4</i> |              |           |         |                  |                       |            |       |       |        |        |       |
| avant broutement | 6,7          | 31,1      | 10,3    | 2,6              | 49,3                  | 2.100      | 1.790 | 2.100 | 50     | 25.100 | 2.300 |
| après broutement | 6,3          | 31,0      | 7,4     | 0,9              | 54,4                  | 1.500      | a.670 | 1.600 | 50     | 23.500 | 2.100 |

## II. PARCELLE C (Animaux supplémentés).

|                                                          | % de la M.S. |              |             |                  | Mg/Kg M.S.            |                |                |                |            |                  |                |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------------|----------------|
|                                                          | Prot. brutes | Cellulose    | Cendres     | Matières grasses | Extractifs non azotés | Ca             | P              | Mg             | Na         | K                | Cl             |
| <i>Paddock 1</i><br>avant broutement<br>après broutement | 9,4<br>8,1   | 30,4<br>28,8 | 8,0<br>7,6  | 1,7<br>1,6       | 50,5<br>53,9          | 1.800<br>1.600 | 1.740<br>1.310 | 1.800<br>1.500 | 60<br>70   | 28.700<br>26.600 | 2.600<br>200,7 |
|                                                          | 8,7<br>7,0   | 32,4<br>32,2 | 7,4<br>6,8  | 2,3<br>1,9       | 49,2<br>52,1          | 1.900<br>1.500 | 1.960<br>1.400 | 1.500<br>1.400 | 40<br>50   | 25.700<br>24.900 | 3.600<br>3.900 |
| <i>Paddock 3</i><br>avant broutement<br>après broutement | 6,9<br>6,8   | 31,3<br>31,4 | 10,0<br>7,5 | 2,2<br>1,8       | 49,6<br>52,5          | 2.500<br>1.700 | 1.700<br>1.600 | 1.600<br>1.600 | 90<br>20   | 28.000<br>25.600 | 3.300<br>2.400 |
|                                                          | 7,3<br>7,1   | 33,0<br>32,1 | 9,7<br>9,9  | 1,3<br>1,3       | 48,7<br>49,6          | 1.600<br>1.800 | 1.590<br>1.640 | 1.900<br>1.600 | 240<br>200 | 29.500<br>27.800 | 3.900<br>4.000 |



Les prises furent faites à la veine jugulaire, l'animal maintenu au sol.

Nous avons maintenu aussi constant que possible le volume de sang entier prélevé ( $\pm 200$  ml, soit 75-80 ml sérum).

La défibrination fut faite sur place par battement du sang avec une baguette de verre, munie d'un bout en caoutchouc ; la séparation du sérum fut réalisée au laboratoire par centrifugation.

## Analyses

### MÉTHODES

*Calcium* — Titration du complexe - Ca - Murexide par le versénate de Na. Repérage spectrophotométrique du virage (DREVON et coll.) (38).

*Phosphore* — Application de la méthode préconisée par FISKE et SUBBAROW (39) où l'hydroquinone est remplacée par le métol.

Déprotéinisation du sérum par l'acide trichloracétique à 5 %.

*Magnésium* — Mesure de la densité optique de la laque Mg — jaune de titane, en milieu fortement alcalin. Le stabilisant est l'alcool polyvinylique. Déprotéinisation par acide trichloracétique à 10 %.

*Sodium* — Mesure de l'intensité de l'émission spectrale du Na à 490 m  $\mu$   
Floculation des protéines sériques : par une solution contenant 50 g/L. d'acide trichloracétique et 100 ml/litre d'alcool isopropylique.

*Potassium* — cfr. sodium sauf  $\lambda = 678$  m $\mu$ .

*Chlore* — Méthode de SCHALES et SCHALES (40).

Précipitation des protéines par l'acide tungstique.

## Résultats

### 1) COMPOSITION CHIMIQUE DE L'HERBE (voir tableaux) (p. 1443 et 1444)

Nous relèverons le taux élevé en cellulose. Ceci est surtout imputable au *Brachiaria*, chez qui la tige a, relativement, beaucoup d'importance. Celle-ci est dure et peu appréciée. Les taux de protéines et de matières grasses sont moyens, sinon faibles.

Du côté minéral, le calcium est peu représenté. La situation n'est guère plus brillante en phosphore. On observe même deux rapports Ca/P < 1. La teneur en sodium est dérisoire

### 2) MATIÈRE SÈCHE CONSOMMÉE PAR LE BÉTAIL AU PÂTURAGE.

Pour la répartition des quantités ingérées nous avons estimé que deux Dahomey pouvaient consommer autant qu'un bœuf Alurs.

Sur cette base nous obtenons, en représentant les 4 Dahomey par deux bœufs Alurs, des variations de l'ordre suivant :

|                           |   |
|---------------------------|---|
| 6 kgs M.S. consommés/jour |   |
| 5 kgs M.S.                | » |
| 12 kgs M.S.               | » |
| 9 kgs M.S.                | » |

On voit par là le peu de fidélité de la méthode. Le coefficient de variation atteint 100 %. Si cette méthode a donné de bons résultats dans nos prairies régulières, à espèces graminéennes gazonnantes, elle ne semble pas de grand avenir en milieu équatorial. Ces résultats sont d'ailleurs de l'ordre de ceux enregistrés par la division de Botanique de l'I.N.É.A.C. à Yangambi. L'usage de petites surfaces pour l'appréciation de la production des pâtures exige la grande homogénéité de celles-ci et une charge de bétail ni trop forte ni trop faible.

Si nous admettons de prendre comme base de consommation la moyenne de nos chiffres, soit 8 kgs pour un Alur, nous constatons :

|           | Besoins                  | Teneur/Kg M.S. | Apports par la ration |
|-----------|--------------------------|----------------|-----------------------|
| Protéines | 200 gr                   | 80 gr          | 640 gr                |
| Ca        | 15 gr                    | 2.000 mgr      | 16 gr                 |
| P         | 14 gr                    | 1.790 mgr      | 14,3 gr               |
| Mg        | 16 gr besoins<br>p/vache | 1.740 mgr      | 13,9 gr               |
| Na        | 26 gr                    | 77,5 mgr       | 0,6 gr                |
| K         | 14,4 gr                  | 26.670 mgr     | 213 gr                |

Si l'on admet qu'une bête à l'entretien exige moins de Mg qu'une vache laitière, on peut admettre comme suffisant le rationnement magnésien. Signalons cependant que des bilans minéraux réalisés à l'étable expérimentale de la Station de Zootechnie de Gembloux à partir de fourrages semblables se sont révélés négatifs en magnésium. Quant aux apports de Ca et P, ils sont juste suffisants. La déficience sodique est, elle, inéluctable.

### 3) RÉSULTATS

Taux des éléments minéraux dans le sérum, voir tableaux page suivante.

Tableau des valeurs moyennes obtenues - mg/100 ml sérum

## a) ANIMAUX DEVANT GARDER LA SUPPLÉMENTATION MINÉRALE

|         | Ca   | P    | Mg   | Na  | K    | Cl  |
|---------|------|------|------|-----|------|-----|
| Alurs   | 9,68 | 5,47 | 2,63 | 348 | 17,0 | 377 |
| Dahomey | 9,93 | 7,95 | 2,96 | 343 | 17,4 | 388 |

## b) ANIMAUX NE DEVANT GARDER AUCUNE SUPPLÉMENTATION

|         | Ca   | P    | Mg   | Na  | K    | Cl  |
|---------|------|------|------|-----|------|-----|
| Alurs   | 9,76 | 5,30 | 2,59 | 341 | 16,9 | 377 |
| Dahomey | 9,87 | 7,45 | 2,99 | 350 | 17,6 | 388 |

## Valeurs obtenues 3 mois plus tard.

## a) ANIMAUX AYANT GARDÉ LA SUPPLÉMENTATION MINÉRALE

|         | Ca    | P    | Mg   | Na  | K    | Cl  |
|---------|-------|------|------|-----|------|-----|
| Alurs   | 9,71  | 6,31 | 2,69 | 346 | 18,5 | 379 |
| Dahomey | 10,04 | 7,73 | 2,92 | 352 | 17,2 | 388 |

## b) ANIMAUX N'AYANT PAS GARDÉ LA SUPPLÉMENTATION

|         | Ca   | P    | Mg   | Na  | K    | Cl  |
|---------|------|------|------|-----|------|-----|
| Alurs   | 9,94 | 5,17 | 2,53 | 352 | 18,0 | 379 |
| Dahomey | 9,90 | 7,46 | 2,88 | 356 | 17,8 | 391 |

Remarque : Chaque chiffre est la moyenne de 16 valeurs individuelles.

## 4) COMMENTAIRES

Nos teneurs en Ca correspondent aux valeurs généralement admises ALLCROFT et GREEN (17).

Le phosphore chez les bœufs Alurs s'accorde avec les chiffres les plus cités dans la littérature. Les Dahomey manifestent une phosphatémie très élevée. Notons qu'il s'agit d'animaux n'ayant probablement pas atteint l'âge adulte.

La Kaliémie est normale.

La Magnésémie est plus élevée que les chiffres normalement cités

dans la littérature. Les Dahomey notamment manifestent des teneurs très fortes.

Les taux de Sodium et de Chlore sont chez Dahomey et Alurs légèrement plus élevés que les moyennes généralement avancées. Notons que nos animaux sont copieusement supplémentés en ces deux éléments surtout.

Après trois mois, aucune constante sanguine n'a manifesté une variation significative.

Sans doute, un arrêt de la supplémentation pendant un temps aussi court ne pouvait-il marquer ses effets, le système de régulation du taux des constantes sanguines intervient probablement très efficacement du moins au début de l'une ou l'autre déficience. Ce stade de début ne fut pas dépassé par notre expérimentation.

### Analyse statistique des résultats

Bâtie de cette façon, notre expérience comporte apparemment trois facteurs contrôlés : la race, l'animal et la prise, voire quatre, si l'on y inclut l'analyse chimique.

En fait, la seule variable indépendante est le groupe ou la race. Les animaux d'un même groupe sont liés entre eux par des caractères génétiques inhérents à la race. Les résultats des quatre prélèvements successifs de sang dépendent les uns des autres : le facteur individu est, en effet, un parasite obligatoire de chaque série de quatre chiffres analytiques échelonnés dans le temps.

L'analyse de la variance à plusieurs facteurs, appliquée à ce cas précis constitue, en termes de biomathématiques, une erreur de troisième espèce. Elle est inapplicable vu qu'elle postule l'indépendance des valeurs instantanées.

Notre plan de travail est le suivant :

1) L'effet groupe est testé par rapport à l'erreur globale par l'analyse de la variance à un facteur.

2) Le poids de chaque « coordonnée biologique » (Pr. Martin) de l'individu est exprimé en termes algébriques par la fonction discriminante. La signification de cette fonction est testée. Les résultats sont exprimés graphiquement.

3) L'allure des courbes de régression et leur formule sont données pour chacune des deux corrélations les plus intéressantes.

$$\text{Ca} - \text{Mg} = 0,73 \text{ } ^{(1)}$$

$$\text{Na} - \text{Cl} = 0,77 \text{ } ^{(2)}$$

## Par. I — ANALYSE DE LA VARIANCE TESTANT LE FACTEUR GROUPE

1. *Calcium*

| Source variation | D.L. | Carrés | Carrés moyens | F                   |
|------------------|------|--------|---------------|---------------------|
| Race             | 1    | 3,27   | 3,27          | 36,3 <sup>(3)</sup> |
| Erreur           | 14   | 1,22   | 0,09          |                     |
| Total            | 15   | 4,49   |               |                     |

(1) valeur significative

(2) valeur hautement significative.

(3) valeur très hautement significative.

2. *Phosphore*

| Source variation | D.L. | Carrés | Carrés moyens | F                    |
|------------------|------|--------|---------------|----------------------|
| Race             | 1    | 21,5   | 21,5          | 40,56 <sup>(3)</sup> |
| Erreur           | 14   | 7,43   | 0,53          |                      |
| Total            | 15   | 28,93  |               |                      |

3. *Magnésium*

| Source variation | D.L. | Carrés | Carrés moyens | F                    |
|------------------|------|--------|---------------|----------------------|
| Race             | 1    | 0,90   | 0,90          | 23,08 <sup>(3)</sup> |
| Erreur           | 14   | 0,55   | 0,039         |                      |
| Total            | 15   | 1,45   |               |                      |

4. *Potassium*

| Source variation | D.L. | Carrés | Carrés moyens | F    |
|------------------|------|--------|---------------|------|
| Race             | 1    | 9,15   | 9,15          | 3,12 |
| Erreur           | 14   | 40,99  | 2,93          |      |
| Total            | 15   | 52,14  |               |      |



## 5. Sodium

| Source variation | D.L. | Carrés  | Carrés moyens | F |
|------------------|------|---------|---------------|---|
| Race             | 1    | 182,25  | 182,25        |   |
| Erreur           | 14   | 2565,50 | 183,25        |   |
| Total            | 15   | 2747,75 |               |   |

## 6. Chlore

| Source variation | D.L. | Carrés  | Carrés moyens | F    |
|------------------|------|---------|---------------|------|
| Race             | 1    | 380,25  | (380,25       | 0,57 |
| Erreur           | 14   | 9409,50 | 672,10        |      |
| Total            | 15   | 9789,75 |               |      |

## CONCLUSIONS

Le calcium, le phosphore et le magnésium, différencient les deux groupes d'une façon très hautement significative. Les variations des autres éléments restent en deçà des limites extrêmes normalement observées.

## Par. II — DÉTERMINATION DE LA FONCTION DISCRIMINANTE

Fréquemment utilisée en biologie, elle permet de déterminer à quel groupe, quelle race ou quelle espèce appartiennent un individu ou un petit groupe d'individus.

Parfois la distinction se fait facilement sur la base d'un seul critère. Plus souvent les deux groupes diffèrent par plusieurs variables, chacune d'elles donne quelque indication sur le groupe dans lequel se range l'individu.

Le problème de l'utilisation de plusieurs variables n'est pas simple. Une solution fut proposée par FISCHER (41) en 1936.

Cette solution est une équation de la forme

$$Z = X_1 \lambda_1 + X_2 \lambda_2 + \dots + X_n \lambda_n$$

dans laquelle  $X_1, X_2; \dots, X_n$  sont les variables mesurées et  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , sont les poids correspondants.

Considérant que les deux groupes à séparer sont A et B, qu'il y a  $n_i$

mesures en A et  $n^b$  mesures en B, les coefficients de la fonction discriminante tendent à maximiser le rapport.

$$G = \frac{(\bar{Z}_a - \bar{Z}_b)^2}{\sum_1^{na} (Z_i - \bar{Z}_a)^2 - \sum_1^{nb} (Z_j - \bar{Z}_b)^2}$$

Le numérateur de ce rapport est la différence entre les moyennes de Z, pour les deux groupes, et le dénominateur, la  $\Sigma$  des carrés dans les groupes.

Pour le cas qui nous occupe

- $X_1 = \text{Ca}$
- $X_2 = \text{P}$
- $X_3 = \text{Mg}$
- $X_4 = \text{K}$
- $X_5 = \text{Na}$
- $X_6 \neq \text{Cl}$ .

Après inversion de la matrice des coefficients de corrélation on obtient

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 1.132,6 \\ \lambda_2 &= 1.837,7 \\ \lambda_3 &= 9.952,8 \\ \lambda_4 &= -682,2 \\ \lambda_5 &= 1 \\ \lambda_6 &= -47,8 \end{aligned}$$

$$Z = 1.132,6 \text{ Ca} + 1.837,7 \text{ P} + 9.952,8 \text{ Mg} - 682,2 \text{ K} + \text{Na} - 47,8 \text{ Cl}$$

Cette équation montre clairement l'importance relative des six facteurs étudiés.

*Test de la fonction discriminante*

$D = \lambda_1' d_1' + \lambda_2' d_2' + \dots + \lambda_n^1 d_n^1 = 3,72772948 = \text{variance intra groupes.}$

$\left(\frac{n_a n_b}{n_a + n_b}\right) D^2 = 55,58416651 = \text{variance entre groupes.}$

Dès lors, l'analyse de la variance s'établit comme suit :

| Source Variations | D.L. | Carrés      | Carrés moyens | F         |
|-------------------|------|-------------|---------------|-----------|
| Groupe            | 6    | 66,68516651 | 9,26          | 22,69 (*) |
| Erreur            | 9    | 3,72773948  | 0,41          |           |
| Total             | 15   |             |               |           |

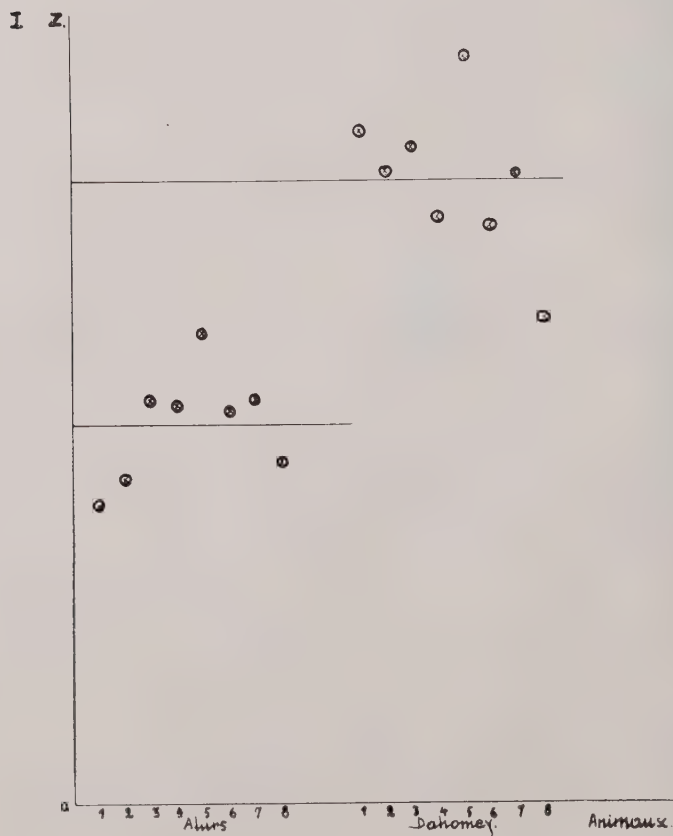
Il s'ensuit que la fonction discriminante trouvée diffère d'une façon très hautement significative d'un groupe à l'autre.

Le test F ne laisse aucune doute quant à sa valeur discriminante

$\bar{Z}$  pour bœufs Alurs : 15.489,65

$\bar{Z}$  pour Dahomey : 23.997,98

Voir sur le graphique I, la distribution des valeurs de Z autour des deux moyennes.



GRAPHIQUE 1

Ces valeurs sont les suivantes :

### 1. *Boeufs alurs*

| Animal N° | Valeur de la fonction Z |
|-----------|-------------------------|
| 1247      | 11.526,10               |
| 1362      | 12.470,92               |
| 1472      | 15.580,66               |
| 1604      | 15.435,20               |
| 1743      | 18.177,16               |
| 1933      | 15.157,57               |
| 1935      | 15.594,87               |
| 3031      | 13.188,99               |

### 2. *Dahomey*

| Animal N° | Valeur de la fonction Z |
|-----------|-------------------------|
| 590       | 25.902,06               |
| 991       | 24.256,22               |
| 522       | 25.242,42               |
| 635       | 22.564,16               |
| 690       | 28.722,40               |
| 862       | 22.289,01               |
| 860       | 24.324,60               |
| 863       | 18.730,78               |
| 863       | 18.730,78               |

CONCLUSION : Soulignons la part prépondérante des ions bivalents Ca et Mg et du P.

Le « poids » des ions monovalents K, Na et Cl est relativement faible et de signe opposé (pour K et Cl).

### Par. III — CORRÉLATIONS ET RÉGRESSIONS

Du tableau de base pour le calcul de la fonction discriminante, nous tirons les coefficients de corrélations suivants :

|       |          |       |          |
|-------|----------|-------|----------|
| Ca-P  | 0,4793   | Mg-K  | 0,4342   |
| Ca-Mg | 0,7313** | Mg-Na | 0,1678   |
| Ca-K  | 0,5068*  | Mg-Cl | 0,1603   |
| Ca-Na | 0,1361   |       |          |
| Ca-Cl | 0,0624   |       |          |
|       |          | K-Na  | 0,0797   |
|       |          | K-Cl  | 0,2670   |
| P-Mg  | 0,3220   |       |          |
| P-K   | 0,6941** |       |          |
| P-Na  | 0,1692   | Na-Cl | 0,7706** |
| P-Cl  | 0,2289   |       |          |

Plusieurs corrélations intéressantes sont à relever. Citons :

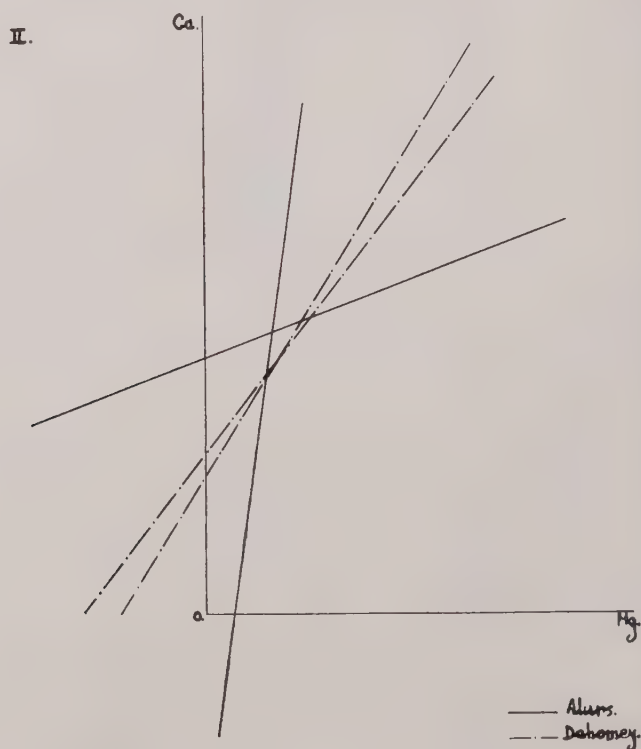
|       |          |
|-------|----------|
| Ca-Mg | 0,7313** |
| P-K   | 0,6941*  |
| K-Na  | -0,0797  |
| K-Cl  | 0,2670   |
| Na-Cl | 0,7706** |

La corrélation de Ca - Mg est étudiée plus loin chez l'une et l'autre race.

Les coefficients négatifs pour K - Na et K - Cl sont le reflet du rôle physiologique des ions en présence et de leur distribution intra et extra-cellulaire.

Na-Cl est le plus élevé de tous. Il a une valeur élevée et sensiblement la même dans l'un et l'autre groupe.

Le coefficient de corrélation est l'expression algébrique traduisant la liaison linéaire qui existe entre deux séries de *valeurs instantanées*. Cette



GRAPHIQUE 2



définition montre qu'une corrélation n'est pas, loin s'en faut, une valeur constante dans le temps.

D'ailleurs, la baisse du taux du potassium sanguin, en fonction de l'âge, est un phénomène connu (GROENEWALD) (15).

Dès lors, si la concentration ionique sérique fluctue, il n'est pas à priori interdit d'admettre que les corrélations peuvent, elles aussi, subir des variations linéaires, quadratiques ou cubiques.

### *Traitement exemplatif de deux cas particuliers*

#### 1. Régression Ca-Mg

Voir graphique II.

##### a) *Bétail Dahomey*

$$Y = \text{Ca}$$

$$X = \text{Mg}$$

$$1^{\text{e}} \text{ droite : } y/x \quad Y - 10,31 = 1,31 (x - 2,92)$$

On vérifie que la droite passe par le point moyen  $\bar{x} = 2,92$  ;  $\bar{y} = 10,31$

$$2^{\text{e}} \text{ droite : } x/y \quad X - 2,92 = 0,61 (Y - 10,31)$$

##### b) *Bétail Alurs*

$$1^{\text{e}} \text{ droite : } Y/x \quad Y - 9,41 = 0,32 (X - 2,45)$$

$$2^{\text{e}} \text{ droite : } X/Y \quad x - 2,45 = 0,14 (Y - 0,41)$$

$$\text{point moyen :} \quad X = 2,45$$

$$\quad \quad \quad Y = 9,41$$

Les constatations sont identiques aux précédentes, en ce qui concerne le point moyen.

#### 2) Régression Na-Cl (voir graphique 3)

##### a) *Bétail Dahomey*

$$1^{\text{e}} \text{ droite : } Y/X \quad Y - 348 = 1,26.(X - 396)$$

$$\text{Le point moyen est :} \quad X = 396$$

$$\quad \quad \quad Y = 348$$

$$2^{\text{e}} \text{ droite : } X/Y \quad X - 306 = 0,59 (Y - 348)$$

##### b) *Bétail Alurs*

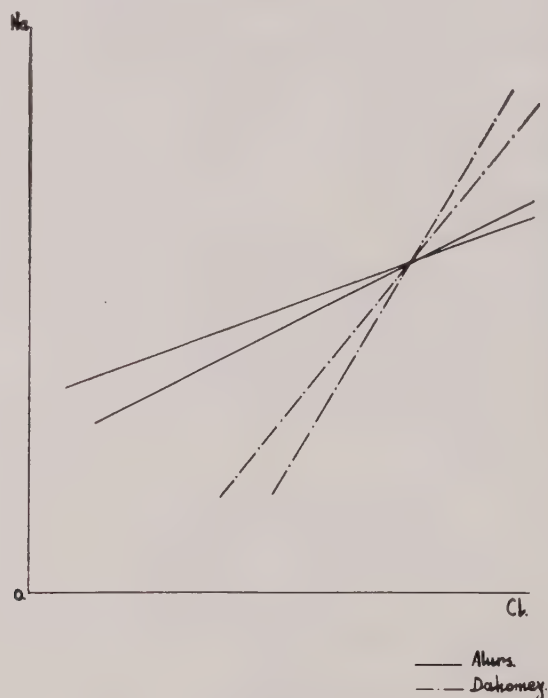
$$1^{\text{e}} \text{ droite : } Y/X \quad Y - 355 = 0,38 \quad (X - 406)$$

$$2^{\text{e}} \text{ droite : } X/Y \quad X - 406 = 1,92 \quad (Y - 355)$$

$$\text{Point moyen :} \quad X = 406$$

$$\quad \quad \quad Y = 355$$

Remarquons que la corrélation élevée Ca-Mg chez les Dahomey est exprimée graphiquement par la faible amplitude de l'angle des deux droites. Des droites s'écartant davantage l'une de l'autre indiquent une corrélation faible (Alurs : Ca-Mg).



GRAPHIQUE 3

### RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE STATISTIQUE

- 1) Ca, P, Mg différencient les groupes de façon très hautement significative.
- 2°) L'expression :  $Z = 1132,6 \text{ Ca} + 1.837,7 \text{ P} + 9.952,8 \text{ Mg} - 682,2 \text{ K} + \text{Na} - 47,8 \text{ Cl}$  établit le poids de chaque variable dans la discrimination totale.  
L'ensemble Ca - P - Mg semble dominer nettement les ions monovalents K - Na - Cl. K et Cl apparaissent d'ailleurs avec le signe —
- 3°) La régression linéaire Na/Cl est comparable dans les deux groupes. La liaison Ca Mg est lâche chez les Alurs, beaucoup plus nette chez les Dahomey.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) CANNON, P. R., LE FRAZIER et Rh. HUGHES, 1951. *Science*, 113, pp. 477.
- (2) MENAKER, W. et I.S. KLEINER. 1952. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 81, pp. 377.
- (3) FROST, D. V. et H. R. SANDY. 1953. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 83, pp. 102.
- (4) BOYER, P. D. HA LARDY et Ph. PHILIPS. 1943. *J. Biol. Chem.* 149. p. 529.
- (5) LIEGEOIS, F. 1957. *Rec. Med. Vet. Ec. Alfort*, CXXXIII, p. 927.
- (6) BOMSKOV, C. et KRUGER, E. 1931. *Z. Kinder.*, 52, p. 47.
- (7) J. G. FEINBERG, HUGHES, J. S. et SCOTT, M. H. 1937. *Poult. Sci.*, 16, p. 132.
- (8) KEYES, P. et POTTER, P. S. 1934. *Anat. Rec.*, 60, p. 377.
- (9) GODDEN, W. et ALLCROFT, W. M. 1932. *Bioch. Yl.*, 5, p. 1640.
- (10) L. WILSON et E. B. HART. 1932. *Il. Dairy Sci.*, 15, p. 116.
- (11) RONA et TAKAHASHI. 1911. *Bioch. Z.*, XXXI, p. 336.
- (12) NEUHAUSER B. S. et PINCUS, J. B. 1923. *J. Biol. Chem.*, p. 99.
- (13) SALVESEN H. A. et G. C. LINDER. 1923-24. *J. Biol. Chem.*, p. 635.
- (14) MORITZ, A. R. 1925. *J. Biol. Chem.* 66, p. 343.
- (15) J. W. GROENEWALD, 1935. *Onderst. Journ.*, 4, p. 1.
- (16) G. S. ROBINSON et C. F. HUFFMAN, *Yl. Biol. Chem.* 67, p. 245.
- (17) ALLCROFT W. M. et GREEN. 1938. *Rapp. Cong. Mët. Zurich.*, fasc. 3.
- (18) SALGUES. 1938. *Bull. Soc. Chem. Biol.*, 20, p. 1224.
- (19) LIEGEOIS F. DERIVAUX, J. et HENNAUX L. 1945. *Ann. Med. Vet.*, Juillet.
- (20) M. W. ALLCROFT. 1947. *Veter. Yl.*, 103, p. 75.
- (21) BARONE, V. S. et BONANNO, A. M. 1932. *Sperimentale*, 86, p. 201.
- (22) FITCH, BOYD et EECKLES, C. H. 1932. *Cornell. Vet.*, 22, p. 156.
- (23) DUTOIT, MALAN, GROENEWALD, 1932. *18th Rep. Dir. Vet. Serv.*, 525, p. 577.
- (24) MIRVISH L. 1930. *Bioch YL*, Vol. 24, n° 1.
- (25) KINTNER J. H. et HOLT, R. H. *The Ph. J. Sci.*, 49, pp. 1-90.
- (26) JONES J. H. et ROBSON, G. M. 1932. *Am. Yl. Phys.*, 103, p. 338.
- (27) FRASER, A. H. H. 1932. *Bioch. Yl.*, 26, p. 2166.
- (28) FRASER, A. C. 1929. *Univ. of Cambridge Report*, p. 27.
- (29) JONES, J. H. et COHN, B. N. E. 1936. *J. Nutr.*, 11, p. 293.
- (30) RUPEL, I. W. BOSTEDT, G. et HART, E. B. 1933. *Agr. Exp. Sta. Wisc. Res. Bull.*, 115, pp. 11-40.
- (31) MALAN, A. I. GREEN, H. H. et DUTOIT, P. J. 1928. *Il. Agr. Sci.*, 18, p. 376.
- (32) HENDERSON, H. O. et LANDINGHAM. 1930. *Wisc. Agric. Exp. Sta.*, Bull. 231.
- (33) KRAMER, B. et HOLLAND, J. 1932. *J. Nutr.*, 5, p. 39.
- (34) BURNS, C. H. CRAVENS, W. W. PHILIPS, P. H. et HALPIN, J. G. *Poult. Sci.*, 29, p. 752.
- (35) HOVE, E. L. et HERNDON, J. F. 1955. *J. Nutr.*, 55, p. 368.
- (36) LINCHAN, J. 1946-1947. *Brit. Grassland Soc.*
- (37) BLOSSER, T. H., NIEDERMEIER, R. P. et SMITH, V. R. 1951. *J. Dairy Sci.*, 1, p. 75.
- (38) DREVON, B. BERNARD, A. et MANDON, D. 1953. *Cptes Rend. Séan. Soc. Biol.*, CXLVII, p. 1420.
- (39) FISKE et SUBBAROW. 1925. *Yl. Biol. Chem.* p. 66.
- (40) SCHALES et SCHALES. 1941. *Yl. Biol. Chem.*, 147, p. 879.
- (41) FISHER, R. A. 1936. *Ann. Eng.*, 7, pp. 179-188.

Travail effectué à la Station INÉAC de YANGAMBI (Congo Belge) et à la Chaire de Zootechnie de l'Institut Agronomique de l'État à Gembloux.

## RÉSUMÉ

A Yangambi, chez des bovins supplémentés en minéraux, le magnésium, le sodium et le chlore atteignent des taux légèrement supérieurs à ceux généralement cités dans la littérature.

La calcémie, la magnésiémie et la phosphatémie différencient les races « Alurs » et « Dahomey » d'une manière très hautement significative.

Les concentrations sériques en sodium, potassium et chlore témoignent d'autre part d'une parfaite analogie.

L'interprétation statistique des données observées établit entre les races, la fonction discriminante :

$$Z = 1132,6 \text{ Ca} + 1837,7 \text{ P} + 9952,8 \text{ Mg} - 682,2 \text{ K} - 47,8 \text{ Cl} + \text{Na}$$

La suppression de la supplémentation minérale n'a, après trois mois, aucune répercussion au niveau du sérum sanguin.

---

**The mineral composition of the blood serum  
of indigenous bovine races in the Belgian Congo**

## SUMMARY

In Yangambi, magnesium, sodium and chlorine in bovines supplemented with minerals, reach slightly higher levels than those generally mentioned.

Calcaemia, magnesaemia and phosphataemia differentiate highly significantly the « Alur » and « Dahomey » breeds.

On the other hand, the sodium, potassium and chlorine concentrations of the blood serum show a perfect analogy.

Statistical analysis of the observed results produces, between the breeds the discriminating function :

$$Z = 1132,6 \text{ Ca} + 1837,7 \text{ P} + 9952,8 \text{ Mg} - 682,2 \text{ K} - 47,8 \text{ Cl} + \text{Na}$$

The elimination of the mineral supplement had no effect on the blood serum after three months.

---

**Die Mineralstoffzusammensetzung des Blutserums  
der heimischen Rinderrassen in Belgisch-Kongo**

## ZUSAMMENFASSUNG

In Yangambi wurden beim Rind bei zusätzlichen Mineralstoffgaben ein etwas höherer Gehalt an Magnesium, Natrium und Chlor festgestellt als es aus der Literatur bekannt ist.

Bei den Rassen « Alurs » und « Dahomey » bestehen in der Calcium-, Magnesium- und Phosphatämie sehr signifikante Unterschiede. Die Natrium-, Kali- und Chlorkonzentrationen im Serum sind andererseits völlig analog.

Die statistische Auswertung der beobachteten Daten ergibt nachfolgende Trennungsfunktion zwischen den Rassen :

$$Z = 1132,6 \text{ Ca} + 1837,7 \text{ P} + 9952,8 \text{ Mg} - 682,2 \text{ K} - 47,8 \text{ Cl} + \text{Na}$$

Die Aufhebung der mineralischen Zusatznahrung zeigte nach 3 Monaten keinen Abfall im Blutserumsniveau.

---

# COLLOQUE SUR LA CONSERVATION DE LA NATURE

ORGANISÉ EN COLLABORATION AVEC L'ASSOCIATION « ARDENNE ET GAUME »

CONSIDÉRATIONS SUR LA CONSERVATION DE LA NATURE DANS LES PAYS  
DENSÉMENT PEUPLÉS

*Gembloux, 2 août 1960*

PRÉSIDENT DU COMITÉ ORGANISATEUR :

Professeur émérite R. MAYNÉ

Recteur honoraire de l'Institut agronomique, Gembloux





# L'avenir de la protection de la nature en Europe

par Prof. J. G. Dr BAER

*Président de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature,  
Neuchâtel (Suisse)*

*Le Dr Baer ayant été gravement accidenté, il a été dans l'impossibilité d'assister au Colloque. Aussi nous regrettons de ne pouvoir donner le texte de la conférence.*

## RÉSUMÉ

Il peut paraître prétentieux de vouloir envisager l'avenir de la protection de la nature en Europe aujourd'hui, où de façon toujours plus intense sont exploités le sol et le sous-sol afin d'assurer l'existence d'une population croissante qui réclame toujours des sources nouvelles d'énergie, d'aliments et de matières premières. La politique économique et sociale est basée sur ce que les spécialistes nomment le progrès, l'élévation du niveau de vie, le bien être matériel ; à salaire égal, la réduction des heures de travail et l'augmentation du temps consacré aux loisirs.

Ce qui effraye le biologiste, c'est de voir que grâce au développement de la médecine et de l'hygiène, l'homme s'est affranchi dans une très large mesure des lois de la sélection naturelle et tandis que la population s'accroît à un rythme moyen qui la doublera en 50 ans, les surfaces pouvant encore être cultivées en Europe vont en s'amenuisant et les sources d'énergie non nucléaire en s'épuisant.

L'Europe vit une nouvelle révolution industrielle et sociale devant laquelle on peut se demander si les moyens préconisés il y a cinquante ans par les initiateurs de la protection de la nature sont encore valables aujourd'hui.

Plus que jamais, les enseignements du passé nous convainquent que la protection de la nature, seul apanage, à ses débuts, de quelques idéalistes, est aujourd'hui une nécessité scientifique, culturelle et sociale qui doit être intégrée dans notre vie économique. S'appuyant sur des recherches de base dans de nombreux domaines de la science, elle doit pénétrer dans tous les milieux de la population afin que son enseignement soit compris par chacun pour le plus grand bien de tous.

---

## The prospects of nature conservation in Europe

### SUMMARY

It may seem pretentious to look upon the future of nature conservation at a time when the soil and sub-soil are more and more intensely worked for securing the living of an increasing population unceasingly requiring new sources of power, food, and raw materials.

Economics and social politics are based upon what specialists term progress,

raising of standard of life, material welfare ; for the same salary, less working hours, and more leasure time.

It frightens biologists to realize that, thanks to the advancement of medical science and hygiene, man has freed himself, in a large measure, of the laws of natural selection, and whilst the world population is growing at a rate that will make it double in 50 years, the unoccupied areas remaining available for cultivation in Europe, keep decreasing, and the sources of non-nuclear power are on their way towards exhaustion.

Europe is living a new industrial and social revolution which makes one wonder whether the means recommended fifty years ago by the initiators of nature conservation are still of some avail nowadays.

More than ever, lessons of the past convince us that nature conservation upheld, at its start, by only a few idealists, has become a scientific, educational, and social necessity which must take place in economic life.

With the support of basis researches in numerous scientific matters, it must penetrate all classes of population so that every one may understand its informations for the benefit of all mankind.

---

### Die Zukunft des Naturschutzes in Europa

#### ZUSAMMENFASSUNG

Es könnte anmassend erscheinen, die Zukunft des Naturschutzes in Europa heute betrachten zu wollen, wo man den Boden und den Untergrund immer intensiver bearbeitet, um das Bestehen einer immer ansteigenden Bevölkerungszahl zu sichern, einer Bevölkerung, die immer neue Energiequellen, Nahrungsmittel und Rohstoffe benötigt. Die ökonomische und soziale Politik ist aufgebaut, auf was die Spezialisten der Fortschritt, die Erhöhung des Lebensniveaus, das materielle Wohlsin nennen ; bei gleichem Lohn eine Verminderung der Arbeitszeit und eine Erhöhung der Freizeit.

Der Biologe sieht mit Schrecken, dass die Menschheit dank des Fortschrittes in der Medizin und der Hygiene sich weit über die Gesetze der natürlichen Auswahl hinweggesetzt hat, während die Bevölkerung sich mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit, die sie in 50 Jahren verdoppelt, vergrössert, geht die noch anzubauende Fläche in Europa zurück, wie auch dergleichen die Nicht-Kern-Energiequellen.

Europa erlebt eine neue industrielle und soziale Revolution, vor welcher man sich fragen kann, ob die Mittel, die vor 50 Jahren von den Gründern des Naturschutzes gut geheissen wurden, heute noch den gleichen Wert haben.

Mehr als jemals überzeugen uns die Lehre der Vergangenheit, das der Schutz der Natur, der im Anfang das Banner einiger Idealisten war, heute eine wissenschaftliche Notwendigkeit geworden ist, desgleichen auch eine kulturelle und soziale, die in unser ökonomisches Leben einbezogen werden muss. An Hand von fundamentalen Forschungen in zahlreichen Fächern der Wissenschaft muss dieser Naturschutz in alle Bevölkerungsschichten eindringen, damit dessen Lehre von allen zum grössten Wohl aller verstanden wird.

---

# Problems of Nature Conservation in Great Britain

by Prof. W. H. PEARSALL  
*University of London (Royaume-Uni)*

The special problems of nature conservation in Great Britain arise from the three facts that it is a small country, that it has been settled by man for a very long time and that as a leader in the industrial revolution, it is now highly industrialised with numerous very large centres of population. The coming of the motor-car has meant that almost all this population can now easily reach the country and the seaside, so that the pressure to *use* in some way all places of natural beauty and scientific interest has become extremely severe.

In order to maintain the amenities of scenic beauty and of wild life in these circumstances, the British Government has set up two bodies — the National Parks Commission and the Nature Conservancy —. The former advises on the areas to be maintained essentially in their present scenically desirable state (the so-called National Parks) and on the country planning of these areas.

The Nature Conservancy is charged with maintaining the wild life of the country, of advising in this matter and with carrying out the research necessary to do this. In order to fulfil these duties it is empowered to acquire land and to set up Nature Reserves. Some measure of the pressure of the spreading demands of the population for land for various uses, may be gathered from the fact that it has proved possible to convert into nature reserves only about half on the sites which were originally proposed about 1940.

The important nature reserves held by the Nature Conservancy are designated National Nature Reserves. There are, in addition, others held by local bodies, particularly by Naturalists Trusts and Societies like the ornithological ones. The National Nature Reserves are chosen to give samples of the important types of vegetation, habitats and associated faunas. Because the country lies across a large range of climate, especially of rainfall, the number of different types of habitat is extremely large. The natural woodlands, for example, range from the northern pine and birch forests to mixed deciduous types, and in the south to highly artificial cultural woodlands, often coppiced and including one of *Taxus*. Much of the higher and northerly parts of Britain with a high rainfall is, however, climatically bog-land covered by the so-called *blanket-bog*, obscuring all features of minor relief. Lastly,

the widespread increase in land drainage during the last century has meant that of the species which have disappeared or become rare a very large proportion lived in the wet places — marshes and fens.

The nature reserves belonging to this latter category illustrate very well the fact that you cannot preserve these things simply by putting a fence around them and leaving them alone. Reedswamp quickly becomes willow-woodland or fen. In the drier south of England where the soil and waters are calcareous this fen quickly turns into deciduous woodland. In the wetter north and west it goes first to birchwood and then to treeless bog, and these changes can be seen on two of our small Lake District reserves (Esthwaite and Blelham). One of these (the North Fen) indeed also shows how the growth of bog depends upon the absence of silt or of mineral salts from the habitat.

In the past extensive « *raised bogs* » (*hochmoor*) have originated in this way (Glasson). A few of these sites are being preserved, but most have disappeared. Their preservation may involve elaborate control of the water supply — in the East Anglian fens by dams or even by pumps — and at the same time, the digging of pools or the clearing of trees and bushes to maintain aquatic species and others such as great water dock and the Large Copper butterfly. In order to maintain as reserves these habitats and their flora and fauna, it is necessary therefore to study them and particularly the successional changes in the plant and animal populations. The Nature Conservancy has a series of research and field stations for this purpose. Indeed some of the nature reserves are used mainly as *experimental reserves*, while on others the primary function is to preserve good samples of existing vegetation and fauna.

The Conservancy does however, also recognise that by far the largest part of the invertebrate and avian fauna in an intensively occupied country must be associated with agricultural land. It is, therefore setting up a research unit to deal with special questions on this type of country such as the effects of chemical sprays and insecticides upon the general wild life of agricultural areas, and the effects of changing forms of land-use upon the flora and fauna.

One other point of great importance is the tendency of methods of intensive cultivation to produce monocultures of agricultural crops or of trees. It is becoming generally recognised that such features as hedgerows function not only as windbreaks but also as 'the home of the natural reserve of invertebrates and birds, from which biologically useful elements can be recruited. Charles Elton, Ed. Graham and others have emphasised the biological importance of maintaining this *diversity* in areas under intensive cultivation by including copses, ponds, small patches of scrub in the landscape. The value of this diversity on



amenity grounds needs no emphasis and a set-up like that possible in the hilly Lake District and in Wales has much to commend it, for there traditional developments give an alternation of hay meadow and pasture with small woodlands on poorer ground, for winter cover for stock and small farm timber, and the high ground is kept as rough pasture.

Even waste lands in Britain are subject to pressure for mechanical or agricultural industry. Some of the sand-dune reserves have been subjected to heavy military use for war-time training and it has been necessary to re-stabilise the dunes using well known methods such as planting with *Ammophila* or with trees. In one dune reserve, Blakeney Point, the incipient erosion due to a multitude of visitors has been largely stopped by an accident. The elimination of rabbits by myxomatosis has allowed the development of a grass sward on the older dunes — a feature which was formerly lacking.

The physiographic changes involved in building up dune-systems, salt-marshes and shingle bars have recently become of great importance on our eastern and southern coasts where a gradual sinking of the shore-line has emphasised the importance of these sea-defences. Our reserves include therefore some in which these well-defined physiographic changes can be studied, e.g. the accretion of shingle in spits and ridges. Both the areas illustrated, Hinkley Point and Dungeness have been affected by a pressure from the atomic age — the erection of nuclear power stages and in the former case, little has been lost because suitable adjustments could be made. On the credit side, the use of pebbles « marked » with radio-isotopes has enabled large advances to be made in our knowledge of the movements of shore materials.

A third type of maritime reserve includes areas of salt-marsh, some where mud accretion can be studied especially as a result of the spread of *Spartina townsendii*. But others like the Caerlaverock Merse are reserved especially as sanctuaries for wild fowl especially wild geese. Essentially similar are the cliff reserves, on which the rare northern sea-birds are protected.

Most of the larger nature reserves in Britain lie in upland country where the demands of land for industry, housing and aerodromes is least. Even upland country is in demand however. A great difficulty in the study of our largest British mammal, the red deer, has been the difficulty of keeping a herd undisturbed by competition from other domestic animals, particularly sheep and cattle. For our study of deer populations therefore, we have to go to an island reserve, Rhum, from which domestic animals can be excluded or confined to fields. It happens that this island is also the home of the largest colony of Manx shear-

waters (*Puffinus puffinus*) in Europe and as well as of golden eagles, of an endemic race of fieldmice, and of a number of rare northern plants. It is moreover a place of striking scenery and geological diversity.

Probably none of these sites, even on lonely islands, have been free from human influence — and generally this has operated for at least a thousand years, often for three or four. Many of our reserves reflect the long-continued effects of forms of land-use. Almost always the overall effects of man's use have been to destroy the original diversity of plant and animal life and to replace it by a vegetation cover of more uniform pattern, often with one dominant species. The most familiar form of this is the heather moor — widely extended by the agencies of fire and draining in Britain in order to provide food for sheep and grouse, and probably always representing sites that were originally oak or pine woodland.

We are however convinced that many of our oakwoods, particularly in the north and west are also artefacts. They represent sites that were once more diverse woodlands possibly of oak-beech-ash-alder and birch that have been selectively controlled by coppicing and singling until little but oak has remained — used for building ships and houses.

The interference by man in the natural biological cycle seems always to have accelerated the processes which lead to site deterioration. Particularly in our wet climate we have the loss of nitrogen and of the calcium required to maintain the soil status. Thus a typical experimental reserve like Yarner Wood containing, mainly even-aged oak-trees and Myrtillus ground flora, represents a long-continued form of poor land-use, but also an ecosystem (of plant, animal and habitat) which is believed to represent a low level of fertility as a result of continued cropping. While we wish to maintain a sample of this form of land-use and vegetation, we are also interested in how to re-establish natural regeneration of trees, for this has almost ceased. We want to compare with this type of biological unit, a form in which other trees have been established, such as *Fraxinus*, *Ulmus*, *Betula*, which are believed to increase the rate of litter breakdown in the soil and to activate both its micro-flora and the turnover of mineral matter. We want to raise the nitrogen status of soil and plants, and are trying to do it by introducing plants like *Alnus* and broom (*Cytisus*). We know that a more diverse tree cover will be followed by a more diverse ground flora and more varied avian fauna. We expect other changes in soil and terrestrial faunas to follow. The diversity of such woodlands can, of course, be increased by other means such as the maintenance of wide glades and by the development of a form of natural regeneration that will ensure trees of diverse ages and sizes.

We are led by these various considerations to think that the effect of man upon our natural ecosystems has been to accelerate the leaching and soil deterioration which is to be expected in a wet climate. Concrete evidence of this is not hard to find. We notice that in many places sites which were once attractive to man now show a condition of vegetation and soil which indicates infertility and which leads to them being avoided by human beings. Some of the sites occupied by megalithic and late Bronze age men in the north of England belong very definitely to this category. The original woodland soil and vegetation is replaced by thin acid peat bearing a vegetation of *Nardus* or of *Calluna* or of other plants indicating a low base and nitrogen circulation.

At the Moor House field station in the northern Pennines, attempts are being made to define these problems further, and to measure the rate of leaching of mineral salts from the soil. Much of the Moor House reserve is covered by blanket peat with available minerals in concentrations which are of the same order as those in the rain water. With additions of mineral salts, heavy crops of vegetation like *Phleum pratense* can be obtained. The character of the vegetation is, however, limited also by long continued sheep grazing and burning. The former eliminates the more edible grasses like *Molinia* although this grows very well when sheep are excluded. The latter has accelerated leaching and has resulted in fire-resistant species becoming dominant, which are those with the lowest mineral requirements. The treeless character of the country is also due to these features, and it is thought that these factors originally contributed, at the time of the earliest human occupations, to great extensions of the peat formation. Thus the shallower peat layers on slopes and ridges may contain at the base signs of woodland up to 800m. These are often accompanied by charcoal and sometimes by the horn-cases of *Bos longifrons*, one of the early types of ox partly domesticated by man.

There is evidence that in these upland parts of Britain, soil deterioration and soil erosion followed the earliest human and pastoral occupations. They have been accentuated by prolonged sheep-grazing often since the 13th century, accompanied by periodic burning. Until recently no attempt has been made to return to the site the mineral matter removed in the animal crop, and there is little doubt that both soils and vegetation have suffered from this treatment.

Even so-called «wild» country in Great Britain has thus nearly always been much modified by man and as a general rule we have to consider how to maintain and restore diversity and soil fertility in our highland nature reserves as well as the features of fauna, flora or habitat for which they are chosen.

---

## SUMMARY

Nature Conservation in a crowded country like Britain offers many problems, of which three have seemed very important.

The first is simply that of preserving for posterity samples of the natural flora and fauna.

Secondly, these semi-natural remnants of vegetation and animal life are often *artefacts*, owing their present condition to previous human activity. This has often resulted in great deterioration of the soil, fauna and vegetation, often reducing the latter to one or two predominant species, e.g. heather moor or pure oak-wood. The problem is thus how to regenerate not only the former vegetation and fauna, but also the lost fertility with which it was associated. We want to know whether we can recreate a steady state of higher productivity as well as one of greater diversity and scientific interest.

Finally the largest part of our wild life in Britain lives in cultivated land and we must be able to convince those who are using the land in any way, for profit, for sport and recreation, or for amenity, that diversity of habitat has merits and advantages and that nature and natural biological methods of control have much to offer them.

---

### Problèmes de la conservation de la nature en Grande-Bretagne

## RÉSUMÉ

La conservation de la nature dans un pays à population dense comme la Grande-Bretagne, présente de nombreux problèmes, parmi lesquels trois paraissent très importants.

Le premier est simplement celui de conserver pour la postérité des échantillons de la flore et de la faune naturelles.

En deuxième lieu, ces restes semi-naturels de végétation et de vie animale sont souvent *artificiels*, et doivent leur état présent à l'activité humaine antérieure. Celle-ci a souvent eu pour résultat une grande détérioration du sol, de la faune et de la végétation, réduisant souvent cette dernière à une ou deux espèces dominantes, par exemple la bruyère ou des forêts pures de chêne. Le problème est donc de savoir comment régénérer non seulement la végétation et la faune antérieures, mais également la fertilité perdue avec laquelle elles étaient associées. Nous désirons savoir si nous pouvons recréer un état stable de plus haute productivité aussi bien qu'un état de plus grande diversité et d'intérêt scientifique.

Finalement, la plus large part de la vie sauvage en Grande-Bretagne se déroule dans des champs cultivés et nous devons être capables de convaincre ceux qui utilisent la terre de quelque façon que ce soit, pour le profit, pour le sport et la distraction, ou pour l'agrément, que la diversité des habitats a des mérites et des avantages, et que la nature et les méthodes biologiques naturelles de surveillance ont beaucoup à leur offrir.

---

## Naturerhaltung in England

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Naturerhaltung gibt in einem dichtbevölkerten Lande wie England viele Probleme auf, von denen drei besonders wichtig zu sein scheinen.

Erstens die Erhaltung von Exemplaren der natürlichen Flora und Fauna für die Nachwelt.

Zweitens sind diese Halbnatur-Reste der Vegetation und tierischer Lebewesen häufig artefacta, die ihren Zustand früherer Wirksamkeit des Menschen verdanken. Diese hatte häufig eine erhebliche Zerstörung des Bodens, der Fauna und der Flora zur Folge, wobei die Vegetation oft auf eine oder zwei Arten reduziert wurde, wie z.B. die Heide oder die reinen Eichenwälder. Das Problem besteht also nicht nur darin, auf welche Weise die frühere Vegetation und Fauna wiederherzustellen wäre, sondern auch, auf welche Weise die Fruchtbarkeit wiederhergestellt werden könnte, mit der sie verbunden war. Wir möchten ermitteln, ob wir einen konstanten Zustand höherer Produktivität, ebenso wie grösseren Formenreichtum und wissenschaftliches Interesse erreichen können.

Schliesslich ist das Naturleben in England zum grössten Teil auf Kulturland beschränkt, und wir müssen in der Lage sein, diejenigen, die das Land für andere Zwecke benutzen — wie für Sport, Nutzung und Erholung — davon zu überzeugen, dass die Mannigfaltigkeit der Natur Vorteile hat, und dass die Natur und natürliche biologische Methoden viel zu bieten haben.

---



# Naturschutz und Landschaftspflege in Ballungsräumen, unter besonderer Berücksichtigung des Erholungsverkehrs

von Gert KRAGH

*Directeur du « Bundesanstalt für Naturschutz und Landschaftspflege »,  
Bonn (Allemagne occidentale)*

Die technischen Entwicklungen auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse haben seit Mitte des vorigen Jahrhunderts starke *Wandlungen* auf wirtschaftlichem, sozialem und kulturellem Gebiet hervorgerufen, deren Fortgang zwar zu ahnen, jedoch noch nicht zu überblicken ist. Oft schon wurden Befürchtungen laut, ob die Erde im Stande sei, die wachsende Bevölkerungszahl zu ernähren. Solche Befürchtungen sind allerdings bisher mit Erfolg zerstreut worden, denn in dem Masse, wie die Bevölkerungszahl zunahm, steigerten sich auch die Möglichkeiten, aus dem Boden und aus der industriellen Erzeugung Nahrungsmittel in ausreichender Menge zu beschaffen. An den hierfür notwendigen Forschungen hat das Institut Agronomique in Gembloux im Verlaufe seiner 100jährigen Wirksamkeit einen beachtlichen Anteil, der schon aus dem reichhaltigen Programm dieser Jahrhundertfeier hervorgeht. Während in früheren Jahrhunderten eine sehr enge Standortsgebundenheit sowohl der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe als auch der Siedlungen und der handwerklichen Gewerbearten vorhanden war, haben sich durch wissenschaftliche Forschungen und technischen Fortschritt diese Bindungen oft bis zur Auflösung gelockert. Mit Transportmitteln auf dem Landwege, über Schienen und Strassen auf den Gewässern und auf dem Luftwege lassen sich Baumaterialien, Düngemittel, Maschinen, Nahrungs- und Futterstoffe, Kleidung, Heiz- und Kraftstoffe über weite Entfernungen verfrachten, so dass man auf örtliche Gegebenheiten immer weniger angewiesen ist. Der wirtschaftende Mensch hat einen Grad der Beherrschung der Natur und ihrer sogenannten Hilfsquellen erreicht, die ihn weitgehend unabhängig vom örtlichen Vorkommen der Bodenschätze, der Anbaumethoden etc. macht. Gewerbe und Industrie, Siedlung und Verkehr lassen sich unabhängig von landschaftlichen Bindungen nach kalkulatorischen Gesichtspunkten dort einrichten, wo Interessenten es für günstig und wirtschaftlich halten. Zwar gemahnen gelegentliche Katastrophen daran, dass die Natur noch ein mächtvoller Faktor ist. Jedoch fassen Wissenschaftler und Techniker solche Ereignisse als Ansporn auf, auch die letzten Gefährdungen aus den Naturbereichen auszuschalten und

dadurch die letzten Bindungen zu beseitigen. So ist es nicht nur möglich, sondern auch notwendig geworden, dass sich die Bevölkerung in zunehmendem Masse in sogenannten « Ballungsräumen » konzentriert. Industrielle und gewerbliche Grossbetriebe wie auch die in diesem Zusammenhang anwachsende Verwaltung sind darauf angewiesen, dass sich grosse Bevölkerungsmassen auf verhältnismässig engem Raum konzentrieren. Das Ergebnis sind die Grossstädte, die Industriesiedlungen, kurz, die Ballungsräume.

Die Massierung der Bevölkerung in solchen Ballungsgebieten wird noch dadurch gefördert, dass die Technik im Zuge der Intensivierung auch in Land- und Fortwirtschaft immer weiteren Einzug hält. Handarbeit von Menschen und Einsatz von Zugtieren werden ersetzt durch Maschinenarbeit mit dem Ergebnis, dass für die Flächenbearbeitung viel weniger Arbeitskräfte benötigt werden als früher. Diese unausweichliche Entwicklung steht in Wechselbeziehung mit der Abwanderung der Arbeitskräfte vom flachen Land in die genannten Ballungsräume und damit einer weiteren Verschiebung der Bevölkerungszahlen vom Land zur Stadt.

Das Bemühen, im Zuge der inneren Kolonisation Gewerbe und Industrie in die Dörfer zu bringen, ändert an dieser Tatsache nicht allzu viel. Stellenweise gelingt es, ländliche Bevölkerung durch Industrialisierung der Dörfer in ihren angestammten Lebensräumen zu halten. Überschreitet diese Industrialisierung jedoch ein gewisses Mass, dann ist die Grundlage für die Entstehung neuer Ballungsräume gegeben, und die aufgezeigten Tendenzen finden hierdurch ihre Bestätigung. Strzygowski hat diese Entwicklung für Europa in einer Karte niedergelegt, die in roter Signatur den Umfang dieser Ballungsgebiete aufzeigt. Diese Karte gibt uns sehr zu denken, denn mit dem Entstehen solcher Ballungsräume ist einerseits die Inanspruchnahme weiterer Naturgebiete für Zwecke der Industrie, des Gewerbes, der Siedlung, (Trabantenstädte) des Verkehrs etc. verbunden. Auf der anderen Seite verliert das sogen. « flache Land » besonders am Stadtrand mit seiner « Sozialbrache » diejenigen Arbeitskräfte, die in früheren Zeiten überwiegend Handarbeit in standortsgebundener Wirtschaftsweise die Pflege der Landschaft automatisch mit übernahmen. Der vollmechanisierte landwirtschaftliche Betrieb ist so spezialisiert und in seinen Betriebsvorgängen so festgelegt und ausgelastet, dass arbeitsextensive Zeiten wirtschaftlich nicht mehr tragbar sind. In solchen arbeitsextensiven Zeiten wurden früher Wald- und Streuwiesen wie auch Wegränder gemäht, Hecken und Feldraine aufgeschnitten, Wildremisen angelegt etc. Solche Pflegearbeiten fallen fort, soweit sie nicht maschinell geleistet werden können (Grabenräummaschine). Und allent-

halben gerät die Landschaft in Notstand, wenn nicht anderweitig für ihre Pflege gesorgt wird. Der Naturschutz wird damit vor ganz neue und erweiterte Aufgaben gestellt.

Diese Aufgaben erhalten eine besondere Note durch den Umstand, dass die in Ballungsräumen lebenden Menschen ein der Natur entfremdetes Arbeitsleben führen müssen. Gegen die hiermit verbundenen und immer stärker auftretenden Zivilisationserkrankungen reagierte die Stadtbevölkerung durch Aufkommen der Gartenstadt- und Kleingartenbewegung, der Wanderbünde, des « Camplebens » und vieler anderer Bemühungen um ein naturgemässeres Leben. Dies war die beste Antwort auf die Frage, wie diesen psychischen und physischen Schäden zu begegnen ist. Das natürlichste Mittel zu ihrer Einschränkung und Heilung ist, den Menschen in den Ballungsräumen ein ausreichendes Mass von naturnahem Erholungsleben zu gewähren. Diese Überlegungen finden ihre Bestätigung in dem Umstand, dass nach Feierabend, an Sonntagen und in Urlaubszeiten immer grössere Mengen von Erholungssuchenden sich in die letzten noch naturhaft gebliebenen oder naturhaft gestalteten Räume der Landschaft bewegen. Dieser Vorgang wird durch moderne Verkehrsmittel bis zu den Erscheinungen des Massen- oder Sozialtourismus gefördert. Damit tritt ein neues Moment in die Bemühungen um den Schutz und die Pflege der Natur und der gesamten Landschaft: Die Sorge für den der Natur entfremdeten Menschen. Galt es früher, die Natur um ihrer selbst willen zu schützen, so heisst es heute, Natur und Landschaft *vor* dem raubbau-treibenden Menschen zu bewahren und sie *für* den erholungssuchenden Menschen zu schützen, zu pflegen und zu gestalten.

Daher können wir mit Fug und Recht sagen: Der Pionier des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Gegenwart und Zukunft sitzt nicht mehr, wie früher, in der « Wildnis » oder in der Naturlandschaft, sondern seine Aufgaben liegen in den Ballungsräumen, am Stadtrand und in allen den Gebieten, in denen die vielen wirtschaftsbedingten Forderungen, so auch diejenigen des Fremdenverkehrs, an den immer enger werdenden Raum gestellt werden.

Neue Aufgaben rufen nach neuen Wegen zu ihrer Erfüllung. In der fast hundertjährigen Tradition des Naturschutzes war es ein ernsthaftes und erfolgreiches Anliegen, letzte Reste naturhafter Erscheinungen in Gestalt von Naturdenkmälern, Natur- und Landschaftsschutzgebieten vor der Vernichtung und Entwertung zu schützen und aussterbende Pflanzen- und Tierarten zu retten. In Zukunft ist die *planerische Aufgabe* zu lösen mit dem Ziel, eine Ordnung in der Landschaftsentwicklung zu erreichen, die eine optimale Bewirtschaftung der Natur unter sorgsamster Schonung ihrer natürlichen Hilfsquellen sichert.

In diesem Sinne liegt eigentlich schon das erfolgreiche Bemühen zahlreicher Generationen von Naturschutzbeauftragten und -organisationen in Deutschland und in Europa. Wenn in der Bundesrepublik Deutschland etwa 750 grössere und kleinere Naturschutzgebiete, 3.800 meist grössere Landschaftsschutzgebiete und über 30.000 Naturdenkmale gesetzlich geschützt sind und ständig neue hinzukommen, dann besagen diese hohen Zahlen, dass man bemüht war und ist, den gesamten Lebensraum zu erfassen und so viel wertvolle Fläche wie möglich durch Schutzverfügungen zu sichern. Mit grosser Sorgfalt wurde darüber hinaus überlegt, wie man den Schutzverordnungen für diese Reservate sowie für Pflanzen- und Tierarten auch praktische Wirklichkeit geben könne. Es wurde eine beratende Beteiligung der Naturschutzorgane bei allen behördlichen Eingriffen in die Landschaft erreicht. Und manches Projekt hat dank dieser Beratung oder durch hartnäckige Einsprüche eine Richtung erfahren, die den Zielen des Naturschutzes entsprach.

Andererseits aber zeigte sich nur zu oft, dass die Vertreter des Naturschutzes für diese Beratungen nicht genügend gerüstet sind. Sie waren überfordert, wenn sie meist aus dem Stegreif zu grossen Projekten des Verkehrs, der Industrie, der Flurbereinigung oder der Wasserwirtschaft ihren Beitrag liefern sollten.

Eine Wendung wurde von den seit einigen Jahren mit starker Initiative propagierten Naturparken als einer besonderen Form von Landschaftsschutzgebieten, die insbesondere der Erholung der Bevölkerung gewidmet sind, erhofft. Diese Naturparke können bei konsequenter Durchführeng als Beispiel des modernen Naturschutzes aufgefasst werden, wenn man sie etwa nach britischem Muster, das von Isbary für deutsche Verhältnisse gedeutet wurde, als Vorbildslandschaften betrachtet. In diesen Bereichen soll nicht nur ein Schutz vor verunstaltenden Veränderungen erreicht werden, sondern durch Entwicklungs- und Gestaltungs-massnahmen will man vorhandene Verunstaltungen beheben und alle negativen Entwicklungstendenzen, wie sie z.B. ein ungeregelter Erholungsverkehr mit sich bringen muss, in für die Landschaft tragbare Bahnen lenken. Bisher sind in der Bundesrepublik Deutschland 12 solcher Naturparke in Grössenordnungen von 100 bis über 1700 qkm eingerichtet worden. Der Klarheit wegen sei betont, dass zunächst eine Sicherung dieser Gebiete durch Landschaftsschutzverordnungen durchgeführt wurde, während die pflegerische und gestalterische Behandlung noch ihrer Ausführung harret. Solche Naturparke als Vorbildslandschaften, die der Gesamtwohlfahrt, insbesondere den Menschen der Ballungsräume, gewidmet sind, sollten zunächst in der Nähe der Siedlungen eingerichtet werden. Auf den Ferienverkehr



ist Rücksicht zu nehmen, und für diesen Zweck eignen sich auch Gebiete in grösserer Entfernung von den Grossstädten und Ballungsräumen.

Der Ausdruck « Vorbildslandschaften » will besagen, dass das Bemühen um solche Naturparke lediglich ein erster und vorbildgebender Schritt sein soll. Den aufgezeigten Vorbildern muss so bald wie möglich das Bemühen um Schutz, Pflege und Gestaltung des gesamten Heimatraumes folgen.

Der Umfang der hiermit verbundenen Aufgaben könnte die mit ihrer Durchführung beauftragten Kräfte des Naturschutzes und der Landschaftspflege verzagen lassen, wenn man ihnen nicht gleichzeitig gewisse Richtlinien und Arbeitsmittel zu ihrer Bewältigung an die Hand geben würde. In den letzten Jahren stand daher die Arbeitsmethodik für solche Ziele im Kernpunkt der Überlegungen unserer Naturschutzveranstaltungen und -konferenzen. Bei der Begriffsbestimmung kam uns die Landschaftsdefinition des schweizer Geographen Carol zu Hilfe. Er sagt etwa: « Die Landschaft ist ein beliebig auswählbarer Ausschnitt aus der Geosphäre, und zwar dann, wenn alle Faktoren der Lithosphäre, der Hydrosphäre, der Atmosphäre und der Biosphäre in Betracht gezogen werden ». Selbstverständlich muss bei der Behandlung von Ballungsräumen in ganz besonderem Masse auf das Werk des wirtschaftenden Menschen eingegangen werden. Der Einfachheit halber sei die Tätigkeit des Menschen mit unter den Begriff der Biosphäre gefasst, zumal weniger die Werke an sich, sondern mehr ihre Folgen auf den Landschaftshaushalt (z.B. Boden, Wasser, Kulturflüchter- und folger etc.) interessieren und diese Faktoren im Zusammenhang mit allen anderen Gegebenheiten gesehen werden müssen.

Diese Definition von Carol kommt den zeitgemässen Anliegen und Aufgaben der Beauftragten und Behörden für Naturschutz und Landschaftspflege besonders entgegen, weil diese als einzige staatliche Organisation die Natur und die Landschaft in allen ihren Faktoren zu betreuen haben. Dieser Auftrag unterscheidet sich von demjenigen, der den Spezialbehörden, wie der Wasserwirtschaft, dem Verkehrswesen, der Land- und Forstwirtschaft etc. gestellt wird. Die Spezialbehörden behandeln lediglich die sie besonders interessierenden Objekte. Der von ihnen betreute Bereich wird, wiederum nach Carol, nicht als « Landschaft », sondern als « Gebiet » bezeichnet, also Wasserwirtschaftsgebiet, Verkehrsgebiet, Landwirtschaftsgebiet etc.

Die Berücksichtigung aller Faktoren bei der Betreuung von Landschaften setzt eine Vielzahl von Kenntnissen voraus, die niemals von einzelnen Persönlichkeiten allein beherrscht werden können. Zu ihrer



Bewältigung ist das Zusammentreten von Arbeitsgemeinschaften oder sogen. « Team-works » notwendig, in denen die verschiedenartigsten Wissenschaftler und Fachleute unter einer zielstrebigten Führung zusammen arbeiten. In dieser Weise bemühen sich nicht nur die Naturschutzorganisationen einzelner Länder, ihren Aufgaben gerecht zu werden. Auch die Internationale Union zur Erhaltung der Natur und der natürlichen Hilfsquellen (IUCN) beschloss auf ihrer Generalversammlung in Warschau 1960, das « Komitee für Landschaftsplanung » zu verstärken, um in Verbindung mit der UNO in möglichst allen Ländern der Erde eine umfassende Landschaftspflege zu erreichen.

Das Ziel ihrer Tätigkeit ist die Erkundung der Landschaft im gegenwärtigen Zustande, die Diagnose dieses Zustandes und daraus folgernd die Planung von Entwicklungen zur Erreichung einer « Ordnung der Landschaft ».

Diese Tätigkeit muss/ zukünftig ebenso fest und gesichert in das Verwaltungswesen eines Landes eingefügt werden, wie die Raumordnung und Landesplanung, mit denen sie wiederum in engster Verbindung steht. Raumordnung und Landesplanung haben den Auftrag, alle Forderungen, die an den Raum und die Landschaft gestellt werden, in möglichst befriedigender Weise zu koordinieren. Diese Institutionen sind nach langen Erfahrungen ausserordentlich « landschaftsfreundlich » eingestellt, und wir verdanken ihnen sehr massgebliche Förderung bei der Erhaltung, Pflege und Gestaltung der Landschaft. Historisch gesehen sind sie sogar aus dem Bemühen, die Landschaft vor regellosen Eingriffen der Wirtschaft zu schützen, hervorgegangen. Bei ihrem objektiven Koordinierungsbemühen wären sie jedoch überfordert, wenn sie sich so subjektiv für die Einzelbelange der Landschaft einsetzen müssten, wie es dem Auftrag der Natur- und Landschaftsschutzbeauftragten entspricht. Die bessere Wirksamkeit wird erzielt, wenn eine subjektive, anwaltschaftliche Vertretung der Landschaft durch die Naturschutzvertreter vorhanden ist, die jedoch stark genug sein muss, um den kapitalstarken und von grossen Verbänden gestützten Forderungen seitens der Wirtschaft, des Verkehrs etc. entgegentreten zu können. Die Planung für die Ordnung der Landschaft muss alsdann einfließen in die Gesamtkonzeption der Raumordnung und der Landesplanung.

Für die Bewältigung der Aufgaben um die Landschaftsordnung bis zur Erstellung von Landschaftsplänen, wie sie bereits in einigen Ländern der Bundesrepublik Deutschland in Angriff genommen worden sind, hat sich folgendes Verfahren bewährt :

- 1) *Inventarisierung* aller landschaftsbildenden Faktoren durch kartographische Aufnahme, unterstützt durch Luftbilder und ins-

besondere durch Geländeerkundung. Eine ausgezeichnete Grundlage ist die vegetationskundliche, pflanzensoziologische Kartierung. Aber auch die geologischen, die faunistischen, die meteorologischen und die hydrographischen Zustände, nicht zu vergessen die anthropogenen Gegebenheiten müssen, soweit sie irgend fassbar sind, zusammengetragen werden. Hinzu kommen kulturgeographische und wirtschaftsbedingte Erscheinungen, die den Landschaftshaushalt beeinflussen.

- 2) Mit Hilfe der ganzheitlich aufzufassenden Grundlagenforschung im Sinne der Landschaftsökologie ist das Zusammenwirken aller inventarisierten Faktoren zu ergründen. Durch solche Forschung allein lässt sich das komplizierte Wirkungsgefüge der Landschaften erfassen, wobei die Ergebnisse der Spezialforschung einzelner Disziplinen mit zu verwerten sind.

Inventarisierung und Grundlagenforschung führen dann automatisch zur *Landschaftsdiagnose*, die den gegenwärtigen Landschaftszustand beurteilt, wobei alle Nachteile und Fehlentwicklungen des jeweils zu betreuenden Raumes aufzuzeigen sind.

- 3) Die Landschaftsdiagnose ist die Grundlage für die daraus zu entwickelnde *Landschaftsplanung*. Diese wird in Kartenwerken, in Schrift und Bild niedergelegt und umfasst eine Konzeption über alle Schutz-, Pflege- und Gestaltungsmaßnahmen im Sinne der Erhaltung der Natur und der optimalen Bewirtschaftung der natürlichen Hilfsquellen.

Ein solcher Landschaftsplan soll natürlich keine Polizeiverordnung zum starren Festhalten eines gegebenen oder geplanten Zustandes sein. Das würde eine Erstarrung bedeuten, die weder den dynamischen Entwicklungen der Natur noch denjenigen des Menschenwerkes gerecht würde. Der Landschaftsplan ist vielmehr die Diskussionsgrundlage für die lebhafte Auseinandersetzung mit der Raumordnung, die, wie schon erwähnt, alle Forderer an den Raum nach Möglichkeit zu befriedigen, auf jeden Fall aber zu koordinieren hat.

Dieses ausgleichende Kräftespiel ist mit Vorrang in den Ballungsräumen, die einer so dynamischen Wandlung unterliegen, zu erstreben. Aus dem Landschaftsplan lassen sich dabei Bindungen für vorhandene Schutzgebiete und Auflagen für nicht abzuwehrende wirtschaftliche Erscheinungen ableiten. Man wird neue industrielle, verkehrs- oder siedlungswirtschaftliche Unternehmungen in solche Gebiete lenken, die gegen eine Veränderung mit all ihren Folgen weitgehend unempfindlich sind. Allerdings wird man solchen Wirtschaftsvorhaben bestimmte Auflagen stellen, die sich wiederum aus der Berücksichtigung aller landschaftlichen Faktoren ergeben.

Nach solchen Gesichtspunkten ist auch der Fremdenverkehr zu behandeln, der einerseits das gleiche Interesse an einer schönen, erholbaren und daher schützenswerten Landschaft hat, der aber andererseits dieses sofort greifbare « Betriebskapital Landschaft » auch geschäftlich aktivieren möchte und dafür seine Organisationen einsetzt.

Es wäre eine böswillige Verleumdung, wollte man den Vertretern des Fremdenverkehrs mangelndes Verständnis für die Landschaft unterstellen. Jedoch sind die Wünsche der mit dieser Organisation verknüpften Unternehmungen häufig so lebhaft und dabei einseitig, dass die Landschaft gefährdet wird. Eine Gaststätte im Zentrum landschaftlicher Schönheit entwertet diese Landschaft nicht nur durch ihre Errichtung an solchem Ort, sondern sie bringt durch die notwendigen Versorgungsanlagen und durch einen falsch gelenkten Besucherstrom eine Fülle von weiteren Beeinträchtigungen mit sich, die bei geschickter Planung vermeidbar sind.

Andererseits sind gerade mit dem Verkehr zusammenhängende Anlagen am richtigen Platze notwendig (Park- und Liegeplätze, Toiletten, Unratsammelstellen, Wanderwege, Schutzhütten und dgl.), um den Erholungsverkehr richtig zu fassen und zu lenken und dadurch die Landschaft zu schonen. Ein Zusammenwirken zwischen Naturschutz und Fremdenverkehr ist deswegen zu erstreben. Aus diesem Grunde wurde in Deutschland zwischen den Vertretern beider Organisationen folgende Empfehlung für die Zusammenarbeit zwischen Fremdenverkehr und Naturschutz geschlossen :

1) *« Aufgaben des Fremdenverkehrs in bezug auf Naturschutz und Landschaftspflege »*

Die im Bund Deutscher Verkehrsverbände zusammengeschlossenen 19 Landesverkehrsverbände mit rund 3.500 Fremdenverkehrsgemeinden arbeiten auf gemeinnütziger Grundlage. Als eine der wichtigsten Aufgaben lassen sie sich die Pflege der Erholungseinrichtungen angelegen sein und schaffen die Voraussetzungen für weitere Erholungsmöglichkeiten. In Erfüllung dieser Aufgabe unterstützen sie alle Bestrebungen, die dem gleichen Ziele dienen, so auch die der Landschaftspflege.

2) *Aufgaben von Naturschutz und Landschaftspflege in bezug auf den Fremdenverkehr*

Die Organisationen des Naturschutzes und der Landschaftspflege erstreben die Erhaltung, Pflege und Gestaltung des deutschen Lebensraumes in einzelnen naturgemässen Wirtschafts-, Wohn- und Erholungslandschaften, zu deren wesentlichen Bestandteilen die Naturschutzgebiete und die Landschaftsschutzgebiete gehören. [Es gehört daher zu ihrer Aufgabe, die Entwicklungstendenzen des ein-

zelen Gebietes mit den Gegebenheiten von Natur und Landschaft in Einklang zu bringen.

- 3) Die Bestrebungen des Fremdenverkehrs und des Naturschutzes dienen der Wohlfahrt des Menschen ; sie treffen sich in der Sorge um die Erhaltung, Pflege und Gestaltung der Landschaft als einer Basis für die Erholung. Eine enge Zusammenarbeit ist daher notwendig.
- 4) Vertreter des Fremdenverkehrs sollen daher in den Naturschutzstellen mitwirken und umgekehrt und auch schon in der Planung zusammenarbeiten.
- 5) Die beiderseitigen Interessen werden in einer die Landesplanung ergänzenden Gesamtplanung koordiniert, die die Erfordernisse des Fremdenverkehrs sowie des Naturschutzes und der Landschaftspflege gleichermassen berücksichtigt.
- 6) Die Zusammenarbeit soll sich in allen Stufen erstrecken auf :
  - a) Die Feststellung und Beseitigung von störenden Einwirkungen und Beeinträchtigungen der Landschaft und der Erholungsgebiete, die durch eine die überörtliche Planung entbehrende Entwicklung entstanden sind,
  - b) die Abschirmung der schutzbedürftigen Gebiete gegen störende Einwirkungen aller Art,
  - c) die Entwicklung bestehender und die Erschliessung neuer Erholungsgebiete.
- 7) Auch die notwendige laufende Unterrichtung der Bevölkerung soll in Zukunft, soweit zweckmässig, gemeinsam erfolgen ».

Die Zusammenarbeit mit dem Fremdenverkehr wurde besonders herausgestellt, weil Naturschutz und Fremdenverkehr niemals Selbstzweck sein sollten. Eine Verankerung dieser Ideen in breitesten Bevölkerungskreisen wird gefördert, wenn sorgsam gehegte und geschützte Landschaften auch von der Bevölkerung aufgesucht werden können. Wer in freier Natur ständig seine Erholung findet, wird am leichtesten für eine Förderung all der Anliegen zu gewinnen sein, die für die Erhaltung und Pflege des Lebensraumes zu erfüllen sind. Dieses aber ist eine äusserst verantwortungsvolle Aufgabe in Gegenwart und Zukunft, die wir nur meistern können, wenn wir unsere noch viel zu geringen Kräfte darauf konzentrieren. Dabei wäre zu beachten :

- 1) *Mass und Ziel* in unserer Tätigkeit. Wir können und wollen nicht vom Naturschutz her die Welt regieren. Aber wir müssen erreichen, dass die Vielschichtigkeit des gegenwärtigen Geschehens so eng wie möglich an die natürlichen Gegebenheiten des Lebensraumes gebunden bleibt.



- 2) Ein *Schwerpunktprogramm* muss mit seinen Aktionen zunächst dort einsetzen, wo bei diesem vielschichtigen Geschehen die grössten Gefahren für den Verlust der naturhaften Zusammenhänge auftreten: In den Ballungsräumen, am Rande der Grossstädte.

Trotzdem dürfen wir hierbei nicht die Entwicklungsvorgänge in zahlreichen naturhaften Ländern ausser Acht lassen, die in wenigen Jahrzehnten den Sprung von der Steinzeit bis zum Atomzeitalter vollführen und damit fertig werden müssen.

Aus unseren Erfahrungen einer langsamen und stetigen Entwicklung, die trotzdem viele schmerzliche Verluste an Naturinhalten in sich birgt, lassen sich — vielleicht gerade noch rechtzeitig — gute Beiträge zu den Entwicklungsprogrammen solcher Länder finden. Der Landschaftsplanung im dargestellten Sinne wird hier eine grosse Bedeutung zukommen, vor allem auch, damit die reichlich fliessenden Entwicklungshilfen zum wirklichen Segen der Entwicklungsländer angewendet werden.

- 3) Hinsichtlich der *Erholung* und des *Fremdenverkehrs* darf nicht die leicht zu erwartende Modeansicht aufkommen, dass hierfür nur Naturparke oder Nationalparke reserviert werden sollen und dass man die übrige Landschaft ihrem Schicksal überlassen könne. Gerade um einer solchen Ansicht entgegenzutreten, bezeichnet Isbary die Naturparke als Vorbildslandschaften, nach deren Beispiel die Gesamtlandschaft nach und nach zu schützen, zu pflegen und zu gestalten ist.
4. Auch die Arbeiten des *engeren Naturschutzes* werden nach wie vor ihre grosse Bedeutung, besonders in wissenschaftlicher Hinsicht, behalten. So ist es den Ideenträgern der Naturparke z.B. ein ernsthaftes Anliegen, innerhalb dieser grossräumigen Reservate kleinere Zonen einzurichten, die einen sehr strengen Schutz geniessen und nicht dem allgemeinen Publikumsverkehr zugänglich gemacht werden.

All diese Gesichtspunkte gilt es aufeinander abzustimmen, um durch Landschaftsplanung eine *Ordnung der Landschaft* auf naturgegebener Basis zu erreichen.

Hundert Jahre landwirtschaftlicher Forschung im Gembloux umfassen einen Zeitraum ausserordentlich starker Wandlungen. In diesen Jahrzehnten standen Naturschutz und Landwirtschaft oft in Gegnerschaft. In Ballungsräumen werden Konflikte meist dann entstehen, wenn es sich um Bodenspekulationen handelt. Hinsichtlich der Angriffe auf Natur und Landschaft aber stehen wir mit der Landwirtschaft im gleichen Abwehrkampf. Daher war es ein glücklicher Gedanke, auf dieser Jahrhundertfeier den Naturschutz in so würdiger Weise herzustellen.



## ZUSAMMENFASSUNG

Die starken sozialen und wirtschaftlichen Wandlungen unseres gegenwärtigen und zukünftigen Lebens zeichnen sich besonders deutlich ab in der Zusammenballung grösserer Menschenmassen in Grossstädten und Industriegebieten. Die Folge davon ist eine Beanspruchung weiterer Landschaftsflächen in der Umgebung dieser Städte für Zwecke der Wohnsiedlung, der Industrie, des Verkehrs, etc. Damit werden die naturhaften Erscheinungen dieser Gebiete auf das stärkste gefährdet.

Andererseits drängt es die grossen Menschenmassen, die in den Städten ein naturfernes Leben führen müssen, in arbeitsfreien Zeiten hinaus in die möglichst gut erhaltene, unberührte Natur, damit sie dort ihre geistigen und körperlichen Kräfte regenerieren können. In dieser Lage genügt es nicht, Reservate wie Natur- und Landschaftsschutzgebiete auszuweisen. Vielmehr muss der typische Auftrag der Naturschutzorganisation: « Die Gesamtlandschaft unter Berücksichtigung aller ihrer Faktoren zu betreuen » auf das gründlichste durchgeführt werden.

Der Weg hierzu ist, eine Konzeption für die « Ordnung der Landschaft » zu finden. Diese muss in das Koordinierungsbemühen der Raumordnung oder Landesplanung einfließen. Um die Ordnung der Landschaft festzulegen, empfiehlt sich folgender Weg:

1) Inventarisierung aller landschaftlichen Bestandteile und Gegebenheiten der Lithosphäre, der Hydrosphäre, der Atmosphäre und der Biosphäre.

2) Durch Grundlagenforschung Feststellung der Zusammenhänge zwischen diesen inventarisierten Faktoren im Sinne der landschaftsökologischen Forschung.

3) Aus Inventarisierung und Grundlagenforschung ergibt sich die Landschaftsdiagnose als ein Befund über den gegenwärtigen Zustand der Landschaft. Aus dieser Diagnose wird der « Landschaftsplan » entwickelt und in Zeichnungen, Schriftsätzen und Abbildungen festgelegt. Der Landschaftsplan enthält sowohl die Schutzgebiete wie auch die für eine Regeneration der Landschaft notwendigen Pflegearbeiten.

Er ist die geeignete Grundlage für das Gespräch mit der Raumordnung und kann für die erholungsuchende Bevölkerung in der Nähe der Wohnorte die geeigneten Erholungsgebiete sichern. Auch für die Erholung in entlegeneren Landschaften gilt es, solche Landschaftspläne aufzustellen, und hier findet das Bemühen der « Vereinigung Ardenne et Gaume » sowie der « Europäischen Vereinigung für Eifel und Ardennen » ein wichtiges Wirkungsfeld.

---

**Protection de la nature et des paysages  
dans les régions densément peuplées,  
étudiée sous l'angle du tourisme**

## RÉSUMÉ

L'évolution sociale et scientifique dans la vie actuelle et future se caractérise par la concentration de masses humaines importantes dans les grandes villes et les régions industrielles, avec comme corollaire l'utilisation autour de ces villes, de zones toujours plus étendues pour les besoins de l'habitation, de l'industrie et des voies de communications.

Ce phénomène menace dangereusement l'aspect naturel de ces régions.

D'autre part, ces masses humaines, qui mènent dans les villes une vie artificielle, doivent pouvoir régénérer leurs forces morales et physiques en passant leurs loisirs dans des zones maintenues dans leur état naturel. Pour cela, il ne suffit pas de créer des réserves et des zones protégées. La mission typique des organisations de protection de la nature : « prendre en considération pour l'ensemble d'un territoire l'interaction de tous les facteurs », doit être poursuivie en profondeur.

Il faut définir dans ce but, un concept « d'aménagement régional » qui doit s'intégrer dans un plan d'ensemble d'aménagement du territoire. Pour réaliser cet « aménagement régional », il est nécessaire d'étudier les points suivants :

1) Faire l'inventaire de toutes les caractéristiques régionales de la lithosphère, de l'hydrosphère, de l'atmosphère et de la biosphère.

2) Établir, par des recherches approfondies, les relations écologiques entre les facteurs inventoriés ;

3) En déduire un « diagnostic régional », constituant un état des lieux de la région et servant de base à l'élaboration d'un plan régional d'aménagement qui se concrétise en dessins, plans et images.

Le plan régional comprend aussi bien les sites à conserver que les travaux de protection nécessaires à une régénération du paysage.

Il constituera une base indispensable à la discussion d'un plan d'ensemble et devra assurer, à proximité des régions urbaines, des zones de délassement pour la population.

Un tel plan d'aménagement est valable également du point de vue touristique, pour les régions éloignées des villes. L'association « Ardenne et Gaume » et l'Association Européenne pour l'Eifel et l'Ardenne y trouveront un champ d'activité des plus important.

### **Nature and landscape conservation in crowded areas in reference to tourism**

#### **SUMMARY**

Social and scientific development in the present and future way of living is characterized by the concentration of great numbers of individuals in large towns and industrial areas, entailing ever increasing zones for the requirements of accommodation, industry, roads and railways.

This phenomenon seriously endangers the natural aspect of those areas.

On the other hand, those human masses, who lead an artificial life in towns, need relaxation and ought to have the possibility to spend some of their spare time in areas which are maintained in their natural state. For this, it is not sufficient to create reserves and protected zones. The typical terms of reference of an organization for nature conservation « to take into consideration for the whole of a territory, the interaction of all the factors », must be thoroughly investigated.

It is necessary to define the concept of « regional planning », which must

be integrated in a plan for whole territory. With the view to bringing about this « regional planning » the following points must be studied :

- 1) Take stock of all the regional characteristics of the lithosphere, the hydrosphere, the atmosphere and the biosphere.

- 2) Carry out research so as to find out the ecological relationships between these factors.

- 3) From this a « regional diagnosis » should be deduced on which the elaboration of a regional plan can be based, which is then worked out in drawings, plans and pictures.

Regional planning should consider both the sites to be conserved and the work to be carried out for the regeneration of the landscape.

It will constitute the essential basis for discussing a general plan and will have to ensure recreation areas close to the urban districts.

Country planning thus conceived is also valid, from the touristic point of view, for more remote areas. In such a programme, the associations « Ardenne et Gaume » and « Association Européenne pour l'Eifel et l'Ardenne » will find an important field of activity.

---

## Conditions et conceptions de la protection de la nature en Suisse

par Dr. E. DOTTRENS

*Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle, Genève (Suisse)*

Dans nos régions d'Europe occidentale favorisées par un climat tempéré, on conçoit qu'un pays de plaines et de vallons comme la Belgique par exemple soit assez densément peuplé, surtout si le sous-sol fournit des matières premières industrielles. Mais que la Suisse, pays accidenté, dont le territoire s'étage entre des altitudes variant grosso modo entre 400 et 4000 m., privée pratiquement de produits du sous-sol, soit menacée de surpopulation, cela n'apparaît-il pas comme insolite, pour ne pas dire inquiétant ?

Sur ses 40.000 km<sup>2</sup> de superficie dont un quart environ est totalement improductif, en plein cœur des Alpes, la Suisse compte 5 millions d'habitants, plus exactement 121 habitants au km<sup>2</sup>. Cette densité correspond à plus de la moitié de celle du Japon, autre pays montagneux, réputé gravement surpeuplé. Au rythme d'accroissement actuel, il est à craindre qu'elle atteigne au début du siècle prochain la densité du Japon (212 hab. au km<sup>2</sup>, la Belgique : 254 d'après l'annuaire démographique de 1942).

Si on considère de surcroît que les zones improductives empiètent sur les cultures à une cadence croissante qui atteint déjà 20 km<sup>2</sup> par an (équivalant à la disparition d'une exploitation agricole moyenne, de 5 à 6 Ha par jour), on conviendra sans peine que la situation est grave. L'euphorie relative qui règne dans le pays du fait de la prospérité économique et industrielle inquiète vivement ceux qui considèrent la situation sous son aspect biologique.

D'une façon générale, les pays florissants mais surpeuplés me font penser à ces étangs de pisciculture dont le rendement est intense mais dont le fragile équilibre est à la merci d'une baisse même légère de leur réserve d'oxygène.

Une conséquence déplorable de cette emprise de l'économie humaine — déplorable pour qui se préoccupe de la conservation de la nature — c'est l'effort des agronomes qui tentent, dans des conditions de rendement économique trop souvent discutables, de colmater les brèches ouvertes dans les terrains cultivés, en assainissant, irriguant, défrichant, nivelant, autant d'interventions qui se soldent infailliblement par des pertes de milieux naturels. Ces « récupérations de terrains inutiles » ont

atteint quelque 1000 km<sup>2</sup> depuis un siècle environ. La plupart des grands travaux de remaniements agraires sont extrêmement coûteux pour la collectivité et on peut être certain que les autorités fédérales ne les encouragent d'ordinaire par de larges subventions que dans la crainte, fondée, d'un nouvel encerclement en cas de conflit armé, comme ceux que la Suisse a déjà subis au cours des deux dernières guerres.

C'est ainsi que la nature est assiégée de toutes parts et repoussée dans ses derniers retranchements.

#### LES CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES

La Suisse est formée des bassins supérieurs du Rhin, surtout, et du Rhône ; son territoire comprend en outre une partie du bassin du Pô (Tessin, du Danube (Inn) et même de l'Adige (Ram, Val Müstair) ; sa flore et sa faune comprennent des éléments remarquablement variés eu égard à la faible superficie du pays et présentent un intérêt biogéographique indéniable. Comme dans toute région montagneuse, le naturaliste, traversant les zones altitudinales de végétation, y passe en quelques heures, s'il le désire, d'un biotope quasi méditerranéen à un milieu nival de climat extrêmement rigoureux. En revanche, si la flore et la faune sont variées à souhait, l'étendue de ces biotopes est presque toujours médiocre, parfois minime, l'orientation par rapport au soleil jouant, en altitude surtout, un rôle essentiel. En montagne, les interventions humaines peuvent causer des perturbations parfois sans commune mesure avec l'empiétement apparent. C'est le cas des défrichements par exemple.

#### LES CONDITIONS DÉMOGRAPHIQUES

La densité de population, sur le Plateau suisse, semble n'avoir augmenté qu'au ralenti depuis la fondation de la Confédération. En montagne, les vallons retirés semblent avoir été colonisés et défrichés dès le début des temps historiques par les moines, d'abord, accompagnés ou bientôt suivis par des populations refoulées des terres plus fertiles de la plaine. Les habitants des contrées montagneuses ont dû mener contre une nature particulièrement hostile un âpre combat qui a sans doute contribué à leur donner une certaine rudesse et une indéfectible ténacité. Victime autrefois de l'hostilité du milieu, l'homme tend de nos jours à abuser plus ou moins consciemment de sa force pour écraser cette nature qui l'oppressa jadis. Les débuts de la dangereuse évolution démographique sont récents. La population a doublé en un siècle



pour l'ensemble du pays, tandis que se dessinait une progressive concentration dans les villes dont certaines ont décuplé dans le même temps. On prévoit que la population suisse doublera encore en 42 ans seulement pour atteindre 14 millions. C'est naturellement le Plateau qui est désormais surpeuplé, les agglomérations, villes, bourgs, et leurs quartiers extérieurs, s'étalant le long des voies de communications, s'étendent déjà presque sans interruption, dans la vallée de l'Aar par exemple, de sorte qu'on en est à évoquer la grande « Ville Suisse », die Stadt Schweiz, qui s'allongera peut-être un jour du Léman au Bodensee. En revanche, les villages qui ne s'urbanisent pas déclinent et les hameaux alpestres qui ne deviennent pas stations climatiques ou touristiques se dépeuplent.

Les hauts vallons du Jura où les habitants se vouent surtout à la petite mécanique et à l'horlogerie accusent une densité de population incroyable si on songe aux conditions climatiques qu'ils subissent (le « pôle du froid » de la Suisse, avec des températures de — 40°, La Brévine, est un village horloger florissant).

Industrieux et économes, les Suisses, déjà trop nombreux sur leur domaine, tendent à tirer parti du moindre lopin de terre, de sorte qu'en dehors peut-être des hautes Alpes, le pays tout entier est devenu un paysage culturel, une Kulturlandschaft, bien différent de la forêt primitive hantée jusqu'au Haut Moyen-âge par une faune sauvage qui n'y a plus sa place de nos jours.

#### LES CONDITIONS SOCIALES ET ÉCONOMIQUES

En dehors des massifs forestiers, domaines en général communaux ou cantonaux, qui occupent le quart environ du territoire, la Suisse ne connaît guère la très grande propriété foncière. Les domaines de plaisance, tout comme les fonds agricoles à proximité des villes, tendent à se morceler, victimes de la spéculation immobilière. Dans les zones agricoles, les domaines ruraux au contraire se regroupent, les paysans modestes n'arrivant plus, faute de moyens mécaniques assez puissants, à vivre du produit de leur terre. Ils cèdent alors à la tentation de la vie citadine. Ce mouvement est considérable puisque l'effectif de la population paysane a diminué, en Suisse, d'un tiers, depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle et ne représente plus que 20 % de la population totale contre 50 % encore au début de ce siècle.

On observe un contraste frappant entre le confort et l'aisance de la majorité des citadins et les conditions d'existence quasi moyenâgeuses des vallées alpestres. On ne s'étonnera donc pas que ces montagnards, attachés pourtant à leur sol natal, acceptent trop souvent comme une aubaine salvatrice les conditions alléchantes des constructeurs d'u-

sines électriques, surtout quand ces montagnards voient affluer sur leurs domaines les clients des stations touristiques et, de ce fait, peuvent comparer leur existence à d'autres qui leur paraissent exemptes de soucis.

### LES CONDITIONS TOURISTIQUES

Le tourisme, cet exutoire peut-être indispensable de la vie citadine, prenant des proportions gigantesques, devient un des dangers les plus menaçants pour la conservation de la nature. En Suisse, même les régions les plus arides, respectées jusqu'ici par la force des choses, ne sont plus à l'abri depuis que les routes alpestres connaissent des circulations, voire des embouteillages dignes des carrefours urbains. Toutes les grandes villes, comme des tumeurs malignes dans un organisme qu'elles épuisent inexorablement, envoient des nodules cancéreux, les grappes de touristes motorisés un peu partout où ils essaient — en fondant des places de camping, des groupements de baraques de week-end et autres motels — qui contaminent et ruinent les lieux où ils se fixent qui sont justement, le plus souvent, des flots de nature. Car pour recevoir ces flots d'amateurs de belle nature on détériore et détruit, sous prétexte d'aménagements, les sites qui les attirent. Il s'agit là d'un aspect désolant de la démocratisation des voyages et d'un exemple parmi tant d'autres des effets destructeurs de toute concentration en surnombre.

Il est certain que la nature, dans les pays de tourisme, pâtit gravement du déferlement des voyageurs. Les réseaux d'artères routières largement insuffisants doivent être complétés. Pour la Suisse il est prévu 500 km d'autoroutes sans compter les grandes artères de 2<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup> ordre. Même les chemins de dévestiture dans les forêts sont envahis et permettent à l'homme d'aller perturber la vie sauvage au plus profond des bois. Même les territoires quasi vierges de haute altitude sont troublés par la floraison des télésièges, téléfériques et autres moyens mécaniques d'ascensions rapides. Ces installations, qui sont pourtant l'objet d'une sélection assez rigoureuse de la part des autorités, sont particulièrement fâcheuses en été quand elles déversent en altitude des foules de touristes inéduqués qui causent d'incroyables ravages dans la flore alpestre, sans compter que leur présence dérange dans une mesure difficile à apprécier la faune sauvage de l'étage alpin. La dernière innovation, pire encore, est le projet d'organiser des vols d'avions « de glaciers » et d'hélicoptères avec places d'atterrissage à haute altitude. La propagande qui fait allusion à la joie de voir à portée de main des chamois ou des bouquetins montre assez la perturbation que ce genre de tourisme pourra causer à la faune des Alpes.

## LES CONDITIONS POLITIQUES

La lutte pour la conservation de la nature en Suisse est rendue difficile par les conditions politiques très spéciales de la Confédération. L'autonomie des cantons y est respectée dans une large mesure et les prérogatives du gouvernement central sont par conséquent limitées par celles des autorités cantonales dont dépend, le plus souvent, l'exécution. De fait, les lois fédérales sont, la plupart du temps, des lois cadres, doublées, pour leur application, de lois et règlements cantonaux qui sont loin d'être uniformes parce qu'ils respectent dans la mesure du possible les us et coutumes locaux. Ce respect, nécessaire, des prérogatives cantonales, qui fait de la Suisse le pays démocratique par excellence, ne va pas sans inconvénients majeurs. On l'a bien vu récemment quand la Ligue suisse pour la protection de la nature a tenté de s'opposer à la construction d'une usine hydroélectrique sur le Spöl, principale rivière du Parc national suisse. Elle échoua pour n'avoir pas reconnu ou admis le droit de souveraineté de communes grisonnes intéressées qui tenaient au profit qu'elles attendent de cette opération. Cette souveraineté *communale* sur les eaux est une particularité du droit cantonal des Grisons.

Dans le même ordre d'idées, les règlements de chasse et de pêche sont loin d'être identiques d'un canton à l'autre, un permis peut être sans valeur, passée une frontière cantonale invisible ; il se pourrait parfaitement que la cueillette de certaines fleurs des Alpes soit licite dans un vallon et sévèrement punie dans un autre vallon voisin.

Ce régionalisme poussé à l'extrême donne parfois lieu à des malentendus pénibles quand il s'agit de protéger la flore, la faune ou les sites naturels. En effet, le citoyen est en général porté à considérer l'ensemble des monuments naturels comme un patrimoine commun. Peut-être ressent-il plus intensément que le villageois les atteintes à l'intégrité de la nature. Le campagnard ou le montagnard, qui accepte avec reconnaissance les interventions qui lui apportent un appui idéologique ou financier, quand il désire se préserver des empiètements de la technique, ressent en revanche comme une immixtion intolérable toute tentative de préserver à ses dépens — c'est-à-dire aux dépens de ses intérêts immédiats ou de ce qu'il considère comme son intérêt — un monument naturel dont il ne voit pas nécessairement la signification. Il s'agit là d'une réaction bien humaine dont on trouverait l'équivalent partout, mais qui peut prendre une forme virulente dans une confédération de 22 États (et même 25) où l'on parle 4 langues différentes.

En revanche, toute mesure de préservation acceptée et reconnue dans une région est assurée d'une application bien plus aisée, devenant l'af-

faire du citoyen, que ne le sont les décisions d'un pouvoir central, de sorte que les difficultés de nature policière en sont souvent bien amorties et que la surveillance en est bien facilitée. On peut imaginer que si le braconnage dans certaines vallées des Alpes présente l'aspect d'un vice quasi-irréductible, il n'aboutit jamais à des massacres stupides, se maintenant dans les limites d'une chasse ou d'une pêche normales mais exercées en temps prohibé. Ce braconnage-là, quoique sévèrement réprimé, ne cause que des dégâts négligeables comparés aux conséquences de l'expansion industrielle et de la surpopulation, celles de la pollution des eaux par exemple.

#### L'ÉVOLUTION DE LA PROTECTION DE LA NATURE EN SUISSE

Les premières mesures de protection de la nature datent des débuts de la Confédération helvétique. Elles étaient évidemment utilitaires et visaient à protéger l'homme et ses biens. Au 14<sup>e</sup> siècle déjà, le peuple libre d'Uri limitait l'exploitation des forêts, dans l'intérêt général ; il s'agissait surtout de faire respecter les pentes boisées qui protègent le chef-lieu, Altorf, des avalanches meurtrières et des glissements de terrain. On connaît aussi une loi de protection des oiseaux insectivores, édictée à Zürich en 1335.

Tant que la population de la Suisse n'augmenta que lentement, les empiétements de l'homme sur les milieux naturels restèrent dans des limites en somme raisonnables. Il y eut abus surtout dans les défrichements de forêts et dans l'extirpation de la grande faune sauvage : le lynx et le loup ont disparu dans le cours du 19<sup>e</sup> siècle, on note cependant quelques réapparitions sporadiques de ce dernier en tout cas. Le dernier ours fut tué en 1904. Le chat sauvage et la loutre sont devenus fort rares. Les bouquetins exterminés ont été réintroduits avec succès et constituent quelques colonies florissantes. Le cerf qui avait aussi disparu est revenu par le Tyrol et se multiplie — à l'excès — à la faveur de la protection que lui confère le Parc national. Une tentative, pleine de promesse, est en cours près de Genève pour réacclimater le castor du Rhône.

Parmi les oiseaux, le Gypaète a disparu, mais un individu erratique a été observé récemment dans les Alpes bernoises. L'aigle et le grand-duc, protégés désormais, se maintiennent tant bien que mal. Le grand tétras est devenu fort rare, mais fréquente encore quelques vallons boisés du Jura et des Préalpes.

La loi fédérale sur la chasse qui date de 1904 et à laquelle les lois et règlements cantonaux doivent naturellement se conformer est sur le point d'être révisée dans le sens d'une protection accrue de la faune, en particulier des espèces menacées d'extinction comme les grands



rapaces. Les lois et règlements prévoient de nombreuses réserves de chasse permanentes ou temporaires de superficies très variables parfois constituées selon le système « à volet ». Certains cantons ont adopté le système de la chasse à permis, d'autres celui des chasses affermées. Le nombre des chasseurs étant partout exagéré, l'expérience montre que la chasse en pays démocratique doit être à toute force rigoureusement limitée quel que soit le système adopté.

Les premiers avertissements sérieux quant aux dangers d'exploitations abusives de la nature sont venus des forestiers, ils datent de la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Bien que les 3/4 des forêts fussent domaines cantonaux ou communaux, les coupes excessives destinées à satisfaire aux besoins croissants de matières ligneuses et la déplorable incompétence des exploitants ont donné lieu, il y a plus d'un demi siècle déjà :

- 1) à la création d'une école forestière dépendant de l'Ecole polytechnique fédérale et destinée à préparer un corps d'ingénieurs forestiers compétents, et,
- 2) à la mise sur pied de la loi de 1902 qui prévoit la délimitation des forêts dites protectrices pour l'entretien desquelles la Confédération alloue d'importants subsides. Cette loi prévoit le libre parcours dans les dites forêts qui sont ainsi mises au service des promeneurs et comparables par conséquent au système des parcs allemands de création récente. J'ai déjà signalé les inconvénients de la motorisation progressive des promeneurs qui pénètrent de plus en plus profondément au cœur des massifs forestiers à mesure que s'améliore et se complète le réseau des chemins de dévestiture.

En échange des subsides d'entretien qu'elle accorde, la Confédération a pu très heureusement décréter l'interdiction de principe de tout défrichement ou alors l'obligation, en cas de coupes étendues, de reboisements compensateurs. Ces dispositions ont eu pour conséquence de mettre ces forêts à l'abri de la spéculation immobilière, mais la modicité relative du prix des terrains boisés les fait utiliser de préférence et pour raison d'économie, lorsque peut jouer l'argument de l'intérêt public, pour le tracé de nouvelles artères, par exemple.

L'intervention des forestiers a eu une troisième et heureuse conséquence, ce fut la décision de réserver, pour des raisons scientifiques surtout, quelques îlots forestiers à maintenir dans leur état naturel. Cette décision est à l'origine de la création du Parc National (1906), de celle de la célèbre forêt d'Aletsch (1933), et, conséquence tardive, de l'achat récent au profit de la Ligue suisse pour la protection de la nature, de la forêt de Derborence (1959), un des derniers massifs forestiers naturels qui subsistent en Suisse et même dans tout le massif alpin.



En même temps que les forestiers lançaient leur cri d'alarme, les naturalistes reconnaissaient les dangers d'une surexploitation de la nature. C'est du comité de la Société helvétique des Sciences naturelles (l'Académie suisse des sciences) qu'est partie l'idée de créer un Parc national et la campagne de propagande qui aboutit, pour soutenir financièrement et moralement le projet, à la création de la Ligue suisse pour la protection de la nature, et, pour assurer partout un contrôle effectif, à l'institution des commissions cantonales de protection de la nature. Depuis un demi siècle ces organisations ont réussi avec des moyens financiers modestes, à protéger quantité de monuments naturels, créant un nombre impressionnant de réserves de faune et de flore parsemées dans tout le pays. Les premiers monuments naturels protégés furent des blocs erratiques. La protection des eaux en est à ses débuts. L'abondance des sources, torrents et rivières, la multiplicité des lacs en apparence si purs ont longtemps fait illusion en dépit des avertissements des hydrologues. Il a fallu la pollution très avancée de plusieurs lacs du Plateau pour faire admettre au citoyen suisse ce risque invraisemblable : qu'il vienne à manquer d'eau pure. Le peuple mieux informé a voté récemment la loi sur la protection des eaux, sachant parfaitement que son application imposera de lourdes charges aux finances publiques. A cause des frais considérables, l'installation des stations d'épuration progresse au ralenti, elle est une condition *sine qua non* du rétablissement de la santé des eaux.

On remarquera que dans ce cas, comme dans tant d'autres, c'est le citoyen lui-même qui a pris la décision, garantie la meilleure possible d'une application sincère des règlements qui découleront de la loi.

#### LES CONDITIONS ACTUELLES DE LA LUTTE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE

Trop souvent, la protection de la nature est affaire de sentimentalité plutôt que de raison. Les violents soubresauts de la Ligue suisse pour la protection de la nature en sont une preuve. Bon nombre de ses membres, disons des passionnés, scandalisés par les empiétements constants de la technique, se rebellent contre l'évidente nécessité de composer et de rechercher de bonne foi le moindre mal et préfèrent des échecs à ce qu'ils regardent comme des compromissions. Il est vrai que l'industrie capitaliste n'hésite guère à couvrir du manteau de l'intérêt public ou national des entreprises parfois grandioses, certes, mais détestables du point de vue de la nature et dont elle attend, surtout, des profits substantiels.

D'autre part, les excès de sentimentalité présentent le grave danger

d'user l'opinion publique appelée le cas échéant à choisir entre un idéal et ses intérêts immédiats, ce qui ne laisse pas d'être décevant pour les idéalistes. Au contraire, dans tous les cas qui n'affectent pas gravement des intérêts matériels immédiats, la propagande en faveur de la nature rencontre un écho réjouissant.

Il existe en Suisse quantité d'organisations privées s'occupant de ces problèmes, les unes essentiellement affectives comme les sociétés protectrices des animaux, d'autres mi-idéalistes mi-scientifiques comme l'Ala et la Société romande pour la protection des oiseaux, qui font d'excellent travail, d'autres encore essentiellement intéressées, comme les sociétés de chasse et de pêche. Tous ces groupements sont privés. En revanche, dans chaque canton, il existe des commissions officielles, ou au moins officieuses, appelées à formuler des préavis sur les travaux et les projets qui ont une incidence sur la conservation de la nature et des sites. Au niveau fédéral, à côté de la L.S.P.N. ou Naturschutz, une importante association sœur, le Heimatschutz, se préoccupe plus spécialement de la conservation des monuments et des sites. Depuis la fin de la guerre ces deux ligues, grâce à une initiative de la seconde, disposent de fonds assez importants, provenant de la vente sur la voie publique du Thaler, ou Écu d'Or, plaque de chocolat qui rencontre la faveur de beaucoup et qui fournit l'essentiel des moyens financiers dont disposent ces associations pour réaliser leurs projets. C'est ainsi qu'ont été acquises récemment, par achat, les Îles de Brissago (réserve de flore), la forêt Maloja et la forêt de Derborence. Les deux ligues étudient les moyens d'augmenter leurs possibilités d'action et pensent trouver dans les milieux même de la grande industrie et de la banque des appuis financiers en même temps que la preuve tangible de l'intérêt de ces milieux pour la conservation du patrimoine national.

L'action en faveur de la protection de la nature, malgré ces appuis, est entravée par l'insuffisance de fonds. Une autre déficience évidente est le manque de connaissances scientifiques propres à une défense irréfutable des milieux naturels. L'importance des recherches biologiques est encore trop méconnue. On s'en rend compte en considérant les mesures conservatoires préconisées par les pêcheurs et les chasseurs par exemple, dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles ne sont justifiées que par un empirisme plutôt dogmatique.

Nous manquons encore en Suisse d'une organisation de protection analogue au Fish and Wild Life Service américain.

Les stations fédérales forestières et agricoles font d'excellent travail dans le domaine des sciences appliquées à l'agriculture. L'Institut fédéral pour l'épuration et la protection des eaux est un autre

exemple, comme divers instituts de l'Ecole polytechnique fédérale, d'une heureuse combinaison de la recherche et de l'application. Nous n'avons rien d'analogue à ces organismes pour la faune. Pour le moment, la seule institution qui s'occupe des sciences de la nature et qui ait déjà fait ses preuves est la Commission scientifique du Parc national. Elle groupe toute une équipe de spécialistes, botanistes, zoologistes, géologues, météorologistes, etc. Elle a déjà publié plus de quarante travaux, dont quelques-uns sont d'importantes monographies sur la faune et la flore du Parc, son sol, sa géologie, ses conditions géographiques... Les travaux sur la faune et la flore constituent le recensement le plus complet qui ait jamais été entrepris dans une réserve de cette importance (environ 169 km<sup>2</sup> actuellement).

Au début, l'idée était d'établir le catalogue des espèces animales et végétales et d'en suivre les variations au cours des temps. Il s'avéra que l'entreprise était singulièrement plus ardue qu'il paraissait au premier abord. Maintenant, la Commission encourage de plus en plus ses collaborateurs scientifiques à orienter leurs recherches vers des questions biologiques, sans pour autant négliger l'aspect systématique, bien au contraire. On se rend de mieux en mieux compte de l'avantage de disposer d'un vaste territoire à l'abri des intervention humaines pour mener à bien des études pédologiques, sociologiques, écologiques par exemple. C'est ainsi que depuis deux ans un naturaliste consacre tout son temps à l'étude de la biologie des ongulés, chamois, chevreuils et surtout cerfs. De telles recherches nous apparaissent indispensables pour jeter les fondements d'une conservation raisonnée et raisonnable de la faune en particulier et de la nature en général. Elles ont déjà donné des résultats prometteurs.

#### L'AVENIR DE LA PROTECTION DE LA NATURE

Il faut se rendre à l'évidence : tout effort de conservation de la nature ne saurait être qu'un combat à retardement, tant que s'accroîtra progressivement le rythme d'augmentation de la population humaine. C'est un drame mondial. L'espèce humaine, en dépit des aspects éthiques ou intellectuels d'une partie de ses activités, se comporte comme une espèce animale trop prolifique qui ravage le milieu qu'elle occupe. Le danger pour elle-même et pour le monde entier c'est que ce milieu, c'est bientôt la totalité du globe terrestre. Il manque à l'homme actuel un dispositif de « pest control » appliqué à lui-même, de sorte qu'il est permis de craindre que cette absence de frein n'aboutisse un jour à des réactions massives et tragiques qui laisseraient derrière elles, en horreur — du fait du nombre — toutes les pestes et les choléras d'antan.

Mais plutôt que jouer les prophètes, revenons à notre propos. La protection de la nature était regardée naguère encore comme une douce et innocente manie par les champions du Progrès technique.

Il est devenu évident que l'opposition entre « idéalistes » (ennemis du progrès...) et « réalistes » (spéculateurs et égoïstes...) est désuète. La création d'un Parc national, comme symbole spirituel, fut une chose, la conservation de ce qui subsiste de nature en est une autre. Il s'agit désormais de comprendre et de faire admettre à chacun ces impératifs — pour employer une formule du professeur de Beaumont — : « ne pas gaspiller, ne pas contaminer », les valeurs et les biens que la nature tient encore en réserve. C'est pourquoi des tentatives comme les essais actuels de réintroduction des cigognes ou des castors, pour sympathiques qu'elles soient, n'ont qu'un intérêt limité ; elles appartiennent nettement me semble-t-il à l'aspect psychologique et symbolique de la protection de la nature, aspect qu'il serait d'ailleurs fâcheux de mésestimer. Les essais de réacclimater des espèces disparues et l'administration des réserves ont, entre autres mérites importants, celui de montrer à ceux qui s'y consacrent, la nécessité d'une connaissance scientifique des phénomènes biologiques, car leur réussite plus ou moins empirique dépend en dernière analyse du respect des lois de la biologie.

Les techniciens eux aussi prennent de plus en plus en considération les phénomènes biologiques et naturels, dans la mesure où leurs constructions — et les profits qu'ils en escomptent — en dépendent. C'est ainsi qu'ils témoignent d'un certain respect pour l'hydrologie et de ses applications depuis que la pollution des eaux risque de leur coûter cher. Dans le même ordre d'idée, on constate chez les autorités fédérales, cantonales et communales un intérêt croissant pour les questions de protection contre la pollution du sol, des eaux et de l'air. En définitive, ce revirement des attitudes à l'égard de la protection de la nature résulte d'une prise de conscience des conditions biologiques, favorable à un intérêt mieux compris, moins égoïste et plus général, encore qu'il s'agisse toujours et encore d'intérêt. Peut-être est-ce trop demander que l'homme prenne en considération les droits de la nature elle-même, indépendamment de toute arrière pensée anthropocentrique.

La notion de protection de la nature jouit donc en Suisse et dans de larges milieux d'un préjugé favorable. Par la mise sur pied de la loi sur les forêts (1902 déjà), de la loi sur la chasse et la pêche (en cours de revision) puis de la loi sur la protection des eaux, les autorités fédérales ont fait preuve de leur compréhension des problèmes de conservation. Le Conseil fédéral étudie en ce moment un nouvel article constitu-



tionnel consacré à la protection de la nature et des sites. Cet article doit fournir la base juridique qui permettra à la Confédération de légiférer enfin dans ce domaine. La tendance actuelle et le but visé est l'établissement d'un plan d'aménagement du territoire, plan qui définisse des zones de protection réservées parmi les zones affectées aux diverses activités humaines. De Beaumont, que j'ai déjà cité, précise : « Il serait désirable de choisir, dans le pays, un certain nombre de territoires pour en faire des réserves naturelles totales à l'exemple de notre Parc national et qui devraient en particulier servir à des études scientifiques. Il faudrait délimiter des zones (habitées ou non) qui devraient dès maintenant rester telles quelles ; ce seraient des étendues plus ou moins vastes, des forêts, des rivières, etc. qui pourraient être appelées des « territoires témoins » et que nous léguerions intacts à nos descendants. Il faudrait protéger beaucoup mieux que jusqu'à présent contre l'enlaidissement des beautés naturelles et des sites pittoresques ».

Une commission mixte du Heimatschutz et du Naturschutz prépare en quelque sorte le terrain pour de telles délimitations futures en sélectionnant parmi les nombreux sites qui lui sont signalés pour leur beauté ou leur intérêt biologique ceux dont la conservation est d'un intérêt vraiment national, les autres ressortissant à l'activité cantonale ou régionale.

La création d'un Fonds national pour la protection de la nature, analogue au Fonds national de la recherche scientifique, est envisagée et paraît en bonne voie. Ce fonds aiderait puissamment à la création des zones de protection intégrale en permettant de défrayer les propriétaires. Le professeur Frey-Wyssling, un des protagonistes de la création d'un tel fonds, a fait remarquer que la Suisse n'a presque rien fait officiellement dans cette direction et que presque tous les fonds dépensés à ce jour l'ont été par des organisations privées. C'est pourquoi notre pays qui dépense annuellement moins de dix centimes par habitant et par an pour la protection de la nature, est très en retard dans ce domaine. En effet, la Hollande par exemple consacre dans le même but cinq fois plus et l'État de Californie 50 fois plus que la Confédération suisse.

On peut attendre du citoyen suisse qu'ayant pris conscience des réalités, il rattrape ce retard et accorde pour la conservation de la nature les ressources largement accrues qui sont indispensables.

---



## RÉSUMÉ

La Suisse, « pays des lacs et des montagnes », est une contrée riche en oppositions et contrastes qui ne sont pas limités à la variété de ses sites. A l'origine, le pays, offrant sur un espace restreint une énorme variété de biotopes, a hébergé une flore et une faune d'une singulière richesse. De nos jours, la beauté des paysages masque en grande partie un appauvrissement inquiétant. La nature, exploitée à l'excès, y est en partie domestiquée, si on peut dire. La lutte menée en faveur de la conservation de la flore et de la faune y est particulièrement instructive du fait de l'interpénétration des facteurs en présence : facteurs géographiques, biologiques, politiques, économiques, sociaux...

Actuellement, l'opinion se généralise que la sauvegarde de la nature et des sites est un problème national de première urgence. Le problème délicat sera d'intégrer au plan d'aménagement de l'ensemble du terriroire, actuellement à l'étude, les principes d'une conservation raisonnable de la flore et de la faune. Il est à craindre que cette dernière surtout continue à pâtir des empiétements de l'homme, du fait, en particulier, d'une connaissance par trop superficielle des équilibres naturels.

---

**Some considerations on nature conservation in Switzerland**

## SUMMARY

Switzerland, « the land of lakes and mountains », is a country with abundant oppositions and contrasts which are not limited to the variety of its sites.

Originally, the country, offering on a small area an enormous variety of biotopes, bore a flora and a fauna which were particularly rich.

Nowadays, the beauty of the scenery very often conceals an alarming impoverishment. Here, nature, ill-treated as it is for high profits, is, so to speak, partly domesticated.

The struggle for the conservation of the flora and fauna is particularly instructive owing to the interpenetration of the factors to be considered, i.e. geographical, biological, political, economical, social factors....

At present, opinions widely agree that the safeguard of nature and sites is a very urgent national problem. The delicate point will be to fit into the management plan of the whole territory, now under consideration, the principles of a reasonable conservation of the flora and fauna. It is to be feared that the latter will go on suffering from man's misuses, by the mere fact of an insufficient knowledge of natural equilibrium.

---

**Eigenschaften und Begriffe des Naturschutzes in der Schweiz**

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Schweiz, Land der Seen und der Berge, ist ein Gebiet, das reich an Gegensätzen und Kontrasten ist, die nicht durch die Vielseitigkeit ihrer Landschaften begrenzt sind. Ursprünglich hat das Land, das auf begrenzter

Fläche eine ungeheure Menge von Biotopen aufweist, eine Fauna und Flora von einmaligem Reichtum beherbergt. Heutzutage verschleiert die Schönheit der Landschaft grossenteils eine beunruhigende Verarmung. Die Natur, die im Übermass genutzt wird, ist teilweise gezähmt worden, wenn man sich so ausdrücken darf. Der Kampf, der zu Gunsten des Erhaltens der Flora und der Fauna geführt wird, ist sehr lehrreich dank der sich überschneidenden Faktoren wie: geographische, biologische, politische, ökonomische, soziale und andere Einflüsse.

Zur Zeit verallgemeinert sich die Ansicht, dass der Schutz der Natur und der Landschaft ein nationales Problem von äusserster Wichtigkeit geworden ist. Ein sehr schwieriges Problem wird es sein, in den Plan der zweckmässigen Benutzung des gesamten Gebietes, der augenblicklich ausgearbeitet wird, die Prinzipien einer vernünftigen Erhaltung der Flora und der Fauna einzubeziehen. Man muss befürchten, dass vor allem die letztere durch den Eingriff des Menschen leiden wird, besonders durch eine ungenügende Kenntnis der natürlichen Gleichgewichte.

---

## Quelques aspects juridiques de la réalisation des réserves naturelles dans les pays densément peuplés, notamment aux Pays-Bas

par H. P. GORTER

*Directeur de la « Vereeniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland »  
(Pays-Bas)*

Dans nos pays d'Europe Occidentale, si densément peuplés, le paysage ne se présente pas sous une forme stable et définitive ; il est en perpétuelle évolution. Dans ce sens le « panta rhei » peut lui être appliqué.

A ceux qui croient que le paysage rural de nos pays est chose plus ou moins statique, je recommande d'examiner des cartes topographiques éditées, par exemple, il y a cinquante ou même vingt-cinq ans et celles publiées de nos jours. En les comparant les unes aux autres, on y relève de tels changements qu'il n'est plus possible d'ignorer cette évolution due aux activités humaines dans le domaine de l'économie, lesquelles se développent presque toujours aux dépens des étendues de libre nature et de la beauté des paysages.

Quand on visite régulièrement un endroit, pour quelque raison particulièrement cher et précieux, on relève à chaque retour les modifications profondes du paysage : tel coin sauvage a disparu, tel ruisseau a été mutilé, l'agreste colline s'est peuplée de bâtiments, la forêt a été abattue ; bref, quelque chose s'est produit généralement dans un sens d'appauvrissement, rarement dans celui de l'amélioration.

Cette constatation pourrait nous inciter à souscrire à la morne formule « que la corruption du paysage est en marche et que rien ne l'arrêtera ». Rentrez alors chez vous, conservateurs de la nature, apôtres de la protection des sites : votre lutte est inégale et se poursuivrait sans espoir.

Pour ma part, je suis moins pessimiste et je crois que ceux qui m'écoutent, réunis en cette salle, prouvent par leur présence qu'il y a mieux à faire qu'à se résigner. Notre lutte peut être inégale ; quelque chose nous dit qu'elle n'est pas désespérée.

Aux Pays-Bas, le problème de la défense de la nature revêt une forme particulièrement aiguë ; c'est pourquoi il me paraît que les expériences acquises chez nous peuvent vous être utilement exposées et vous servir dans le futur.

Pourquoi la Hollande connaît-elle de si grandes difficultés en ce qui concerne la conservation des espaces verts?...

En Europe Occidentale elle tient, rappelons-le, le record de la surpopulation. Alors que le nombre de ses habitants au kilomètre carré se chiffre par 340, il est, en Belgique, de 295, en France de 80, en Allemagne Occidentale de 208, en Angleterre de 212.

Mais là n'est pas la seule cause de ses difficultés. Et nous songeons ici au caractère particulier des terres hollandaises qui permet d'envisager une exploitation intensive et généralisée de son territoire. Il nous manque, en Hollande, de ces hautes montagnes qui forment, dans la plupart des pays, les réserves les plus vastes d'espaces sauvages. Les étangs, les lacs, les marais si nombreux chez nous sont eux-mêmes victimes d'une disposition innée qui porte les Hollandais à promouvoir l'assèchement de toute surface d'eau accessible, fût-elle marine.

Dans un tel pays où l'activité de nombreux techniciens se concentre sur une étendue très limitée, on peut dire que toute parcelle d'espace vert est menacée et que le rôle des protecteurs de la nature est avant tout de combattre sans répit.

Pour considérer les problèmes qui se posent ainsi que les méthodes juridiques et pratiques qui peuvent être appliquées pour leur apporter une solution, il est désirable de définir au préalable les buts poursuivis. A mon avis, dans un pays où tout site naturel plus ou moins vierge est précieux, il est recommandé que la conservation des espaces verts soit conçue dans un sens très large et embrasse tout un faisceau de buts s'étendant de la protection de réserves purement scientifiques à la création de domaines voués à la récréation publique. La valeur d'un site naturel doit être jugé en fonction, non seulement de sa richesse biologique mais aussi de son utilité publique : raisons sanitaires et récréatives.

Il est intéressant d'observer combien l'argument de santé publique trouve d'écho dans le milieu des urbanistes et dans l'opinion publique. Les défenseurs des espaces verts comptent donc un nombre croissant d'alliés. Et il est dorénavant acquis que dans un pays dont les populations industrielles et urbaines s'augmentent de jour en jour, la conservation des espaces verts est d'importance primordiale comme facteur de bien-être humain. Bien des fois la présence même d'aires naturelles est devenue décisive dans le choix d'un lieu pour l'érection de nouveaux centres d'habitation.

Il va sans dire que l'aménagement des territoires joue un rôle important dans la protection de la nature moderne. Tandis qu'il y a quelques années son programme se limitait à la conservation de certains terrains comme spécimens de la nature primitive, maintenant

notre regard se dirige de plus en plus vers un aménagement du paysage entier, avec tous ses éléments naturels, semi-naturels et humains. Ceci imprime au mouvement de la conservation de la nature une impulsion nouvelle partie d'une base plus ample, mais, en même temps, lui apporte toute une série de problèmes inédits, juridiques et pratiques, à étudier et à résoudre.

Procédons maintenant à l'examen de ces problèmes, et j'énoncerai la question primordiale qui se présente : comment peut-on protéger une certaine étendue abandonnée à la nature et dont la conservation est d'intérêt public du point de vue scientifique ou esthétique ?...

Aux Pays-Bas, déjà au commencement de notre siècle, on a recouru au moyen le plus accessible : l'acquisition de terrains en propriété par une association pour la protection de la nature ou par un service public.

C'est une solution, qui, à nos yeux, est actuellement encore la meilleure et la plus radicale. La réalisation d'une réserve par voie d'achat donne non seulement la plus grande sécurité contre des menaces éventuelles, mais offre aussi la possibilité d'une gestion qui vise à la conservation et au développement des valeurs scientifiques et esthétiques.

Même quand il est possible de préserver une aire naturelle par d'autres méthodes législatives — j'y reviendrai encore plus loin — nous le considérons comme une mesure provisoire et notre but final demeure l'acquisition de cette réserve en propriété.

Je ne me dissimule pas que cette forme de réalisation de réserves naturelles comporte aussi de grandes difficultés. Assez souvent la propriété est très morcelée et dans le cas extrême, l'achat de la réserve peut exiger des dizaines d'années de négociations avec des centaines de propriétaires. En outre, je réalise qu'il ne sera pas toujours facile de trouver les moyens financiers, souvent importants, qui sont indispensables à une telle action.

Néanmoins en Hollande cette méthode a produit des résultats remarquables. La « Vereeniging tot Behoud van Natuurmonumenten » (association sans but lucratif), au cours d'une période de 55 ans, a acquis en propriété 16.800 hectares de réserves, les associations ou fondations régionales ou spéciales 21.200 hectares, tandis que l'État néerlandais a réalisé des réserves d'une superficie de 17.100 hectares. Il faut dire que dans ce dernier chiffre sont compris les terrains, qui appartenaient déjà aux domaines de l'État, mais qui ont acquis le statut de réserve naturelle.

Je veux ajouter, que la possibilité d'expropriation en faveur de la protection de la nature existe dans mon pays depuis longtemps ; cette expropriation fut d'abord limitée aux forêts, mais s'étendit ulté-



rieurement à tous les sites naturels. Pourtant l'expropriation n'est jamais devenue populaire et rencontre une grande résistance de la part de l'opinion publique.

Quelque fois, quand il paraissait impossible d'acquérir une réserve en propriété, on a choisi une autre forme juridique : celle du bail ou du bail emphytéotique. Evidemment dans d'autres pays européens, dont la Belgique, où beaucoup de terrains, situés en montagne, sont propriété des communes, ce procédé a acquis une importance considérablement plus grande qu'aux Pays-Bas.

Quelles sont les autres méthodes à notre disposition pour préserver un certain terrain ou domaine ? Il est évident qu'on peut penser à une solution où le terrain reste en mains du propriétaire, mais est classé comme réserve naturelle par décret du service public compétent selon la loi.

Cette méthode peut prendre des formes différentes, variant d'un contrat avec le propriétaire jusqu'à une charge posée sur l'immeuble sans collaboration du propriétaire et même contre sa volonté.

En reconnaissant que la propriété n'est plus le « droit inviolable et sacré » du 18<sup>e</sup> siècle, on préfère toujours la collaboration du propriétaire, qui peut être acquise bien souvent par une indemnité financière appropriée. Cette indemnité peut prendre la forme d'une diminution des charges fiscales.

Dans beaucoup de pays cette méthode est suivie sous diverses formes et avec plus ou moins de succès. Parfois il s'agit d'une législation spéciale, comme la Loi sur les Monuments et les Sites en Belgique ou le « Naturschutzgesetz » en Allemagne. Aux Pays-Bas une loi sur la protection de la nature est en préparation depuis longtemps ; jusqu'ici nous nous devons contenter en Hollande du « Natuurschoonwet », loi qui ouvre la possibilité pour le propriétaire d'un domaine de jouir de diminutions de taxes à condition qu'il s'engage volontairement à la préservation de ses bois pendant une certaine période. Il s'agit d'une loi dépourvue de mesures coercitives.

Afin de contraindre le propriétaire à conserver sa possession dans son état naturel et d'éliminer certaines formes d'exploitation, on peut aussi recourir aux mesures qui sont du domaine de l'aménagement des territoires. On doit alors incorporer dans les plans régionaux ou locaux des destinations excluant la construction de bâtiments et la culture agricole. Cette méthode est toute désignée pour les domaines qui se trouvent à proximité des centres urbains et qui sont menacés par l'extension des agglomérations. Un développement ultérieur des plans régionaux et locaux peut aboutir à la protection des réserves scientifiques et à la préservation des sites.

Dans tous ces cas l'expérience a démontré qu'une réglementation, bonne en soi, échouera néanmoins si elle n'est pas accompagnée d'un contrôle intensif du respect des ordonnances. Une application efficace des instructions est indispensable, ce qui exige une grande force de gouvernement de la part des autorités. De ce point de vue il est très important que l'opinion publique soit suffisamment convaincue de la nécessité d'une telle intervention publique dans les droits privés.

Je veux redire ici qu'en Hollande toutes les solutions où des réserves scientifiques importantes restent en mains des propriétaires privés et où cette destination doit être maintenue souvent contre leur volonté, sont considérées comme mesures transitoires jusqu'au moment où l'acquisition intégrale devient possible.

Ayant parlé jusqu'ici de la préservation de terrains déterminés, je veux procéder maintenant à la discussion d'une autre méthode juridique pour protéger la nature : le contrôle de travaux qui sont nuisibles à la nature ou à l'agrément du paysage. Il me semble que ceci est un aspect important de la législation dans le domaine de la protection de la nature.

En ce qui concerne ces travaux, je pense surtout à la construction de routes nouvelles, à la canalisation de ruisseaux ou de fleuves, au nivellement de collines, à la construction de barrages, au drainage de marais et — ce qui est très actuel en Hollande — aux remembrements parcellaires, qui comportent souvent un changement total de l'aspect du paysage et la perte de beaucoup d'éléments naturels.

Il est de la plus haute importance que la protection de la nature ait une certaine influence sur ces projets et soit intégrée dans la procédure de leur préparation, avant que les projets n'aient acquis leur forme définitive.

Souvent de tels travaux sont entrepris par des organismes publics et aux Pays Bas la protection de la nature a tiré grand profit d'une ordonnance, selon laquelle les projets émanant de certains ministères ou entrepris avec subvention de ces ministères, ne peuvent être réalisés avant qu'on ait vérifié si l'intérêt de la protection de la nature ne s'oppose pas à ces entreprises.

Cette ordonnance, qui se rapporte entre autres à tous les projets agricoles, est en vigueur aux Pays-Bas depuis 20 ans et est le résultat d'une lutte des associations pour la protection de la nature qui a duré de longues années. L'effet de cette réglementation s'est montré bien-faisant.

Dans la plupart des cas l'intention n'est pas d'empêcher la réalisation de certain projets. Nous vivons — je l'ai dit déjà au début de ma conférence — dans un milieu, un paysage, qui est sujet à des chan-

gements continuels qu'il est souvent inutile de contrarier. Le plus souvent il s'agit seulement de modifier les projets de sorte que le dommage apporté à la nature et au paysage soit limité autant que possible et que, à la rigueur, de nouvelles valeurs soient créées. Une étude consciencieuse et une adaption aux vues écologiques modernes sont indispensables.

En Hollande cette méthode, appliquée aux remembrements parcellaires, a conduit à une procédure toute nouvelle, incorporée aujourd'hui dans la loi, et selon laquelle pour la région concernée un plan d'aménagement du paysage doit être prévu. Ce plan indique d'une part les réserves naturelles ainsi que les bois, qui doivent être conservés, d'autre part les nouvelles plantations à réaliser. De cette façon on s'efforce de créer un paysage nouveau harmonieux, adapté aux exigences modernes.

Il n'est pas dans mon intention de vous importuner avec les détails des règlements qui existent aux Pays-Bas et qu'on trouve en partie aussi dans les autres pays de l'Europe occidentale. Dans tous ces pays se produit un développement rapide qui tend à la destruction des aires naturelles, avant même que le grand public ait conscience des valeurs irremplaçables qu'elles représentent.

C'est pour cette raison que les partisans de la conservation de la nature doivent être prêts au combat, spécialement de nos jours. Ils ont une grande responsabilité envers la postérité. La nature dans nos pays subit de grandes pertes chaque année, même chaque jour. Néanmoins il ne faut pas désespérer, mais plutôt appeler de toutes ses forces, non seulement une base juridique plus ferme pour la conservation de la nature, mais surtout une compréhension meilleure de la cause extrêmement importante qui nous réunit aujourd'hui.

---

#### RÉSUMÉ

Le problème de la réalisation et du maintien des réserves naturelles se pose sous sa forme la plus aiguë dans les pays densément peuplés, et notamment aux Pays-Bas, pays le plus densément peuplé d'Europe et où les conditions naturelles permettent une exploitation intensive du sol sur l'ensemble du territoire.

Dans un tel pays la préservation des espaces verts embrasse toute une gamme d'objectifs s'étendant de la réserve purement scientifique jusqu'au domaine de la récréation publique.

Comprise dans un sens aussi large, la réalisation des réserves naturelles peut être poursuivie par des méthodes différentes, notamment :

- 1) Par des mesures en matière d'urbanisme, comportant la conservation de certains territoires dans leur état naturel.

2) Par des lois spéciales, ayant pour but la protection de régions importantes du point de vue de la protection de la nature ou le contrôle de certains travaux nuisibles de ce même point de vue.

3) Par l'acquisition de réserves en propriété ou en régie par des associations pour la protection de la nature ou par les pouvoirs publics.

Ces diverses méthodes seront examinées sur la base des réalisations existant aux Pays-Bas.

---

### **Some legal aspects of the establishment of natural reserves in crowded countries namely in the Netherlands**

#### **SUMMARY**

The problem of establishing and maintaining natural reserves arises most acutely in crowded countries, and especially in the Netherlands, the most densely populated country in Europe, where natural conditions allow an intensive working of the land over the whole territory.

In such a country, the conservation of green spaces involves quite a scale of objects ranging from the purely scientific reserve to the question of public recreation.

When so widely understood, the establishment of natural reserves may be realized by various methods, e.g. :

1) Regulations of country planning aiming at the conservation of certain areas in their natural state ;

2) Special laws protecting important regions from the point of view of nature conservation, or control of detrimental works from the same point of view ;

3) Acquisition of reserves by associations for nature conservation, or by the government.

Those various methods will be examined on the basis of what has been achieved in the Netherlands.

---

### **Einige juristische Gesichtspunkte der Gründung von Naturreservaten in dicht bevölkerten Ländern besonders in den Niederlanden**

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Das Problem der Gründung und der Instandhaltung von Naturreservaten bietet die Schwierigkeiten in dicht bevölkerten Ländern besonders in den Niederlanden, die das am dichtesten bevölkerte Land Europas sind, und wo die natürliche Beschaffenheit eine intensive Ausnutzung des Bodens auf dem gesamten Landesgebiet ermöglicht.

In solch einem Land umfasst die Erhaltung der Grünflächen die verschiedensten, die vom rein wissenschaftlichen Reservat bis zum Ziele öffentlichen Erholungsgebiet gehen.

Die Gründung von Naturreservaten, wenn diese in so weiten Sinn verstanden wird, kann durch verschiedene Methoden verwirklicht werden, vor allem :

1) Durch Massnahmen der Landesplanung die Erhaltung von gewissen Gebieten in ihrem natürlichen Zustand beabsichtigen.

2) Durch Sondergesetze, welche den Schutz von aus dem Gesichtspunkt des Naturschutzes wichtige Gebiete oder die Beaufsichtigung von aus demselben Gesichtspunkt schädliche Arbeiten zum Ziel haben.

3) Durch die Erwerbung von Reservaten in Eigentum oder Verwaltung von Naturschutzvereinen oder von den öffentlichen Behörden.

Diese verschiedenen Methoden werden erörtert an der Hand der Erfahrungen in den Niederlanden.

---



# La conservation de la nature en Belgique et considérations d'intérêt général

par R. MAYNÉ

*Recteur honoraire de l'Institut agronomique de l'État à Gembloux (Belgique)*

De plus en plus il s'avère que la conservation de la nature est une question, non plus à discuter nationalement, sinon dans des détails locaux et techniques, mais bien internationalement puisqu'aussi bien, dans le sens biologique, elle intéresse l'humanité entière. Tout pays soucieux de demeurer au rang des nations-guides doit donc y collaborer selon ses possibilités territoriales et ses moyens financiers. Ceci concerne au même titre les petits pays densément peuplés et les vastes contrées à économie extensive.

La Belgique, indépendamment de ses réalisations en Afrique <sup>(1)</sup>, n'a apporté que tardivement sa participation à ce mouvement qui tend à l'unanimité, malgré que, dès le début de ce siècle, nombreux aient été les artistes et naturalistes attachés à émouvoir les pouvoirs et l'opinion publique au bénéfice de ses sites naturels. Il est même curieux de constater que dans un pays qui depuis longtemps compte des poètes, des peintres, des sculpteurs, des naturalistes éminents apparus au sein d'une population traditionnellement contemplative, on n'ait pas rencontré un véritable engouement d'avant-garde dirigé vers les problèmes qui nous intéressent. Sans doute, l'exiguïté du pays, la densité de sa population, la valeur intrinsèque de ses terres, j'ajoute des tendances casanières longuement invétérées qu'expliquent si bien les incertitudes de nos climats pluvieux, autant de raisons qui ne sont pas étrangères, je pense, à ce peu d'empressement.

Précurseurs de la conservation, les Jean Massart, Rahir, de Sélys-Longchamps, Léo Errera, Léon Frédéricq, Carton de Wiart etc... sont mieux écoutés aujourd'hui qu'ils ne le furent naguère.

Ce sont des organismes privés qui, les premiers, se sont inquiétés de cette carence. Rares au début, de plus en plus nombreux, trop nombreux même dans la suite, souvent régionalistes et individualistes, peu tentés de se grouper pour des activités communes, leurs efforts manquaient généralement d'efficienc. Mais qu'y faire?... Il est dif-

(1) 1889 : première réserve de chasse dans l'État indépendant du Congo pour la protection de l'éléphant.

1925 : création de la première grande réserve intégrale sous l'impulsion du Roi Albert.

facile de changer le caractère jalousement autonome de nos concitoyens qui se sont cependant choisis une bien belle devise d'Union !... Un groupement unique, doté d'un programme bien défini, eût sans doute fait meilleure besogne que toutes nos charmantes petites sociétés, si sympathiques soient-elles. Je répète ici l'opinion que m'exprimait verbalement notre illustre voisin néerlandais, le regretté P.G. van Tienhoven, le promoteur des grandes réserves de son pays.

C'est peu avant la guerre de 1940 que se situe une des premières réalisations effectives de protection : l'achat de terrains jurassiques intéressants pour les soustraire à des boisements intempestifs ; ces achats, faits par des particuliers épris de science naturelle, constituaient un premier pas bien timide vers un but souhaitable. En effet, actuellement cette modeste superficie qui a pu conserver ainsi son caractère original, forme le noyau initial d'une des plus remarquables réserves naturelles d'*Ardenne et Gaume*. L'impulsion était donnée, d'autres achats suivirent pour le compte d'associations particulières. Ces acquisitions, nécessairement limitées eu égard au prix des terrains et aux ressources des associations protectrices, il fallait découvrir une formule qui permit, à moindres frais, de sauvegarder des sites scientifiques de valeur.

C'est alors que l'a.s.b.l. Ardenne et Gaume conçut l'idée de passer avec les communes, détentrices de ces sites naturels, des contrats à long terme lui permettant d'ériger en réserves, moyennant une redevance symbolique, certains territoires incultes en friches ou même soumis au régime forestier. Peut-être est-il intéressant d'en faire connaître la structure dans ses grandes lignes.

Le contrat est passé devant notaire entre le ou les représentants de la commune et le ou les délégués de l'a.s.b.l. Ardenne et Gaume. Le texte du contrat spécifie que celui-ci a pour buts de protéger certaines richesses naturelles propriétés de la commune contractante ; de conserver dans leur état certains sites pittoresques appartenant à la dite commune ; d'attirer dans la région les amateurs éduqués au respect de la nature.

D'une part, la commune autorise l'association Ardenne et Gaume à aménager en réserve scientifique pendant un terme de X années les terrains et bois soumis au régime forestier repris sur plan annexé.

D'autre part, Ardenne et Gaume reconnaît que le contrat ne lui confère d'autre droit que celui d'ériger les terrains délimités en réserves naturelles scientifiques et d'y appliquer les mesures de protection nécessaires à la flore et à la faune d'accord avec l'administration des Eaux et Forêts.

Les bois faisant l'objet de la convention demeurent soumis au ré-

gime forestier et sont administrés conformément aux dispositions du code forestier.

Le produit des coupes, ainsi que tout revenu provenant de ces terrains, sont entièrement réservés à la commune.

Lors de la mise en location de la chasse, il pourra, à l'intervention d'Ardenne et Gaume, être introduit dans le cahier des charges, certaines clauses tendant à préserver de la destruction des éléments de la faune qui seront désignés en temps et lieu. La commune s'engage à ne permettre sur les parcelles visées par le contrat, aucune tenderie aux oiseaux quelle qu'elle soit.

Tout projet d'aliénation, de construction, d'établissement de clôture ou de barrière pouvant entraîner l'altération de l'aspect naturel du site devra être soumis, au préalable, à l'avis de l'association Ardenne et Gaume. Il en sera de même pour tout projet de plantation ou reboisement risquant de compromettre le caractère scientifique de certaines zones.

La commune s'engage à interdire tout camping sur les terrains mis en réserve.

L'association Ardenne et Gaume s'engage à respecter toute servitude active ou passive existante. Elle paiera à la commune un droit de un franc, le premier janvier de chaque année.

Ces contrats donnent actuellement les meilleurs résultats : le nombre des communes contractantes s'augmente régulièrement ; une parfaite entente, basée sur la confiance réciproque, préside à présent aux relations Eaux et Forêts, pouvoirs communaux et associations de protection. Quelques difficultés surgissent parfois, suscitées par l'antagonisme des intérêts particuliers et de l'intérêt général.

Nous reconnaissons que les droits de l'association ne semblent guère considérables. C'est ainsi que n'ont pu être abolies les locations de chasse, sources importantes de revenus pour la plupart des communes, surtout dans les Ardennes. Cependant, grâce aux mesures adoptées concernant la signalisation, les restrictions de circulations faites en faveur des végétaux et des animaux, le tout s'appuyant sur une surveillance accrue, nous constatons une sensible amélioration dans le comportement du public et un réel progrès dans le développement normal des espèces.

L'action gouvernementale, après l'insuccès d'un premier programme établi en 1947 pour la création de huit réserves naturelles intégrales et inspiré par la Commission Royale des Monuments et des Sites <sup>(1)</sup>,

(1) La Commission Royale des Monuments et des Sites, ressortissant du Ministère de l'Instruction Publique, détient, depuis 1931, un droit de classement qui s'applique à des sites particulièrement intéressants mais pas nécessairement de valeur scientifique. Il vient toutefois de s'y créer une section spécialisée pour l'étude des sites scientifiques.

n'a pu se manifester pratiquement qu'en 1956 et 1957 par l'instauration de deux réserves scientifiques de l'État : le Westhoek (337 hectares), dunes maritimes sauvages situées aux confins de la frontière française et celle des Hautes-Fagnes (1400 hectares) dans l'est du pays. La gestion de ces deux réserves gouvernementales est assurée par l'administration des Eaux et Forêts sous le contrôle d'un Conseil Supérieur des Réserves scientifiques créé par A.R. du 21 Mars 1957.

Jusqu'ici, nous nous sommes borné au tracé succinct de l'historique de la protection de la nature en Belgique, de ses prémices à nos jours. Tâche facile que de suivre cet itinéraire chronologique que nous eussions pu émailler joliment de détails botaniques ou zoologiques et de descriptions des paysages charmants et pittoresques de notre petite patrie. Il reste mieux à faire si nous voulons, non pas poursuivre simplement une action bien engagée, mais la développer à la mesure que nous impose l'inquiétante accélération du rythme des exigences humaines. Trop imbu de son intelligence et d'une supériorité qui le place en marge des êtres, l'homme n'est-il pas entraîné vers l'accomplissement de destructions ou de modifications méthodiques des aspects de la nature ?... Nous lisons dans « L'Avenir de l'Homme » de Pierre Teilhard de Chardin :

« ...A elle seule, la petite famille des Hominidae, la dernière apparue sur le tronc de l'évolution, a déjà atteint une extension équivalente ou même supérieure à celle des grandes nappes vertébrées (Reptiles ou Mammifères) qui aient jamais occupé la terre. Et bien plus, du train où elle va, on peut déjà prévoir le jour où toute autre forme d'animaux ou même de plantes sera par elle supprimée ou domestiquée ».

Cette prophétie, effrayante pour qui ne s'enivre pas de sa qualité d'homme, ne peut manquer d'atteindre en premier lieu les pays densément peuplés : ils sont les plus vulnérables aux envahissements d'une civilisation trop exclusivement axée sur la progression de l'économie industrielle.

Dès lors, quel est notre rôle à nous, les champions de la conservation ?

Placés devant le dilemme : appétits humains en pleine croissance, maintien souhaitable, flore et faune comprises, de territoires apparemment dénués de sens utilitaire, comment pourrions-nous concilier ces deux facteurs adverses ?...

Loin de nous la prétention de nous poser en ennemi des progrès matériels qui facilitent si grandement l'existence contemporaine ; mais nous sommes convaincu qu'une conservation bien entendue des équilibres naturels avec toutes les suites écologiques qu'elle comporte est seule susceptible d'apporter indéfiniment à l'humanité une possibilité d'échapper aux catastrophes parasitaires, à la dégradation des sols, à l'abaissement de la nappe aquifère, etc...



L'instauration de parcs nationaux et de réserves pour des raisons esthétiques et romantiques est donc souvent dépassée et nous devons insister ici sur leur mission dans le présent et dans l'avenir. Les réserves scientifiques, conservatrices d'associations végétales naturelles et semi-naturelles, seront par conséquent utilement prévues pour constituer des modèles typiques, sortes d'étalons auxquels pourront se mesurer les inspirations novatrices de la politique agraire.

Il s'agit en somme de sauver la nature, collaboratrice de la race humaine sans en être la victime.

Cette formule idéale n'est pas encore généralement adoptée. Loin de là, et nous n'en voulons pour preuve que la désinvolture avec laquelle on détruit, maltraite ou déforme sans recours les éléments naturels générateurs d'un équilibre biologique affirmé au cours des millénaires :

- utilisation abusive de l'eau avec, comme corollaire, la descente de la nappe phréatique ;
- assèchement des réserves aquifères : marais, fanges, tourbières, points d'eau... ;
- monocultures forestières exagérées, surtout d'essences étrangères ;
- destructions entomologiques massives par l'emploi trop généralisé d'insecticides systémiques polyvalents.

Nous insistons : demeurées à l'abri de ces dangereuses manœuvres, les réserves constituent d'admirables laboratoires naturels où les chercheurs peuvent puiser leçons et exemples utiles à la compréhension des problèmes de la biologie théorique et appliquée.

Difficiles à réaliser à l'échelle souhaitable en pays densément peuplés et à frontières étroites, on conçoit combien il serait intéressant d'en internationaliser les territoires. Le programme Ardenne-Eifel tendant à l'unification en réserve régionale de sites appartenant à des pays limitrophes constitue un exemple qu'il serait bon d'étudier en toute objectivité.

Nous terminerons en vous soumettant des conclusions d'ordre général qui procèdent logiquement, semble-t-il, de cet exposé. Nous estimons que leur application revêt un caractère d'urgence dans les pays envisagés ici. Elles ont déjà été énoncées en fin de notre travail antérieur « Quelques aspects pratiques de la protection de la nature » publié dans la Revue Médicale de Liège, vol. XIII, n° 15 et dans la revue d'Ardenne et Gaume, Parcs Nationaux, vol. XIII, fasc. 4, 1958. Nous ne pensons pas devoir en modifier sensiblement la présentation.

1. Les aménagements forestiers et agricoles doivent s'inspirer des équilibres biologiques naturels.
2. En conséquence, il y a lieu de conserver, dans des buts d'études



scientifiques, des modèles régionaux de ces équilibres originels de la nature. Les territoires choisis à cette fin constituent les réserves scientifiques intégrales. « Un agriculteur avisé peut tirer de la flore spontanée des déductions souvent plus sûres que de toutes les analyses chimiques du sol ». (Becker-Dillingen, *Handbuch des gesamten Pflanzenbaues*, 1929).

3. Il faut encourager par notre confiance les grands organismes internationaux attachés à l'amélioration des conditions humaines et, conséquemment, à la sage administration et répartition des richesses naturelles de la communauté.
4. Il est nécessaire de répandre dans le monde la connaissance et le respect des équilibres naturels et des phénomènes écologiques qui règlent un développement harmonieux des végétaux et des animaux, Homo sapiens compris.
5. L'enseignement supérieur doit s'en charger en associant à ses leçons des cours généraux de pédologie, écologie, phytosociologie, cartographie des sols, etc... liés à ceux d'une sociologie généreusement collective, le tout formant un complexe philosophique dominé par l'heureuse conciliation des facteurs antagonistes : la nature et l'homme, la productrice et le consommateur.

---

#### RÉSUMÉ

La Belgique apporte sa contribution à la conservation de la nature. Le Gouvernement a établi deux réserves naturelles particulièrement intéressantes. Une association privée a acquis ou loué à bail emphytéotique des sites à protéger. En outre, elle entreprend des séries de conférences aux fins d'inculquer au public le respect de la nature.

Actuellement, plus aucun biologiste ne conteste la nécessité de s'opposer au maximum à la dévastation de la nature et d'autre part, de rétablir, quand il est possible, une balance entre les facteurs écologiques naturels et les ap-pétits anthropiques.

Le problème qui se pose dépasse dorénavant les limites des Parcs Nationaux et des Réserves Naturelles : et, sans méconnaître l'intérêt d'une conservation faite au nom de la science ou de l'esthétique, nos conceptions doivent embrasser un horizon plus large où puissent s'affronter, pour s'équilibrer, deux facteurs adverses : la nature qui produit et l'homme qui consomme.

Ceci ne doit pas demeurer une notion idéologique. Il faut qu'elle se propage parmi les masses où toute une philosophie nouvelle doit se faire jour, basée sur un choix de qualités qui prennent rang de vertus sociales. C'est ici que se manifeste la nécessité de créer dans tous les degrés de l'enseignement, primaire, moyen et surtout universitaire, des cours de biologie économique destinés à débarrasser l'homme de ses complexes de destructions massives pour en faire l'allié de la nature.

---

## Nature conservation in Belgium and considerations of general interest

### SUMMARY

Belgium brings her contribution to nature conservation. The government has established two natural reserves which are particularly interesting. A private association has purchased or is renting on very long lease a number of sites to be preserved. Moreover, this association organizes a series of lectures for propagating the respect of nature.

At present, no biologist will contest the necessity of firmly standing in the way of nature devastation, and, on the other hand, of restoring when possible, the balance between ecological natural elements and man's claims.

From this time, the problem to be solved oversteps the limits of National Parks and Natural Reserves, and without disregarding the interest of conservation applied for the sake of science and aesthetics, our views must spread over a wider horizon where two opposed factors may face each other and make things equal, i.e. nature's production and man's requirements.

This should not remain an ideological notion. It must be diffused among the people, where a new philosophy must develop, based upon choice qualities taking place among social virtues. Thus becomes apparent the necessity of opening, at all stages of education — in primary, and secondary schools and mainly in universities — courses of lectures on economical biology, designed for doing away with man's inveterate habit of massive destruction, and making him an ally of nature.

---

### Der Natur-Ausschuss in Belgien und Betrachtungen von allgemeine Interesse

#### ZUSAMMENFASSUNG

Belgien bringt seinen Beitrag zur Erhaltung der Natur. Die Regierung hat zwei besonders interessante natürliche Reservate eingerichtet. Eine bestimmte private Vereinigung hat die zu schützenden Gegenden erworben oder lebenslänglich gepachtet. Ausserdem organisiert sie eine Reihe von Vorträgen zu halten, um der Öffentlichkeit den Respekt vor der Natur einzuschärfen.

Zur Zeit gibt es keinen Biologen mehr, der die Notwendigkeit abstreitet, sich im höchsten Grade mit der Verwüstung der Natur zu befassen, andererseits, wenn es möglich ist, ein Gleichgewicht zwischen den natürlichen ökologischen Faktoren und dem menschlichen Appetit wieder herzustellen.

Das Problem, das sich stellt, geht von nun an über die Grenzen der nationalen Parks und der natürlichen Reservate hinaus. Und ohne das Interess der Konservierung, die im Interesse der Wissenschaft oder der Ästhetik gemacht wird, misszuverstehen, müssen unsere Begriffe einen weiteren Horizont umfassen, wo sich zwei gegenseitige Faktoren begegnen können, um sich auszugleichen: die Natur, die produziert, und der Mensch, der verbraucht.

Dieses darf kein ideologischer Begriff bleiben. Dieser Begriff muss sich in der Masse fortpflanzen, in der eine ganz neue Philosophie sich gestalten muss, die auf einer Auswahl von Qualitäten aufgebaut ist, die den Rang von sozialen Tugenden hat. Hier wird die Notwendigkeit offenbar, in allen Rangstufen der Erziehung, Volksschule, höhere Schule und vor allem Hochschule, Stunden und Vorlesungen über die ökonomische Biologie zu gründen, die dazu bestimmt sind, den Menschen von seinen massiven Zerstörungskomplexen zu befreien und aus diesem einen Verbündeten der Natur zu machen.

---

## Protection de la nature en pays densément peuplés

par Dr. André REYMOND

*Sous-Directeur du Laboratoire d'Écologie générale du Musée national d'Histoire naturelle,  
Paris (France)*

En traitant de la protection de la Nature en milieu de dense occupation humaine, il faut naturellement évoquer le symposium tenu en 1951 à La Haye, réunissant les membres de l'Union internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources et qui s'occupait précisément de ces problèmes.

A l'occasion de cette assemblée, nos amis Néerlandais avaient édité un très remarquable fascicule traitant de l'utilisation du sol en Hollande et opposant les pourcentages des divers types de terrain dans ce pays entre 1900 et 1950.

On y voyait les effets de la véritable révolution qui s'était opérée dans leur pays en un demi-siècle.

Plus de 50 % des incultes et 22 % des sols littoraux envahis par la mer (Zuyderzee) avaient été récupérés par l'agriculture et avaient été gagnés à part égale par les cultures et les prairies. Ainsi, des milieux naturels avaient été récupérés par l'activité humaine et occupés par une population accrue.

Cependant, malgré la diminution des superficies offertes à la vie sauvage, les Hollandais ont constaté d'une part que les animaux et surtout les oiseaux s'adaptaient en général parfaitement à la transformation du sol, et que le paysage humanisé des pâtures et des champs, avec les étangs qui y subsistent et les canaux qui les parcourent offraient de nombreux abris naturels et des étendues où les espèces sauvages continuaient à trouver leurs refuges et leurs lieux de nidification et de ponte.

Les mêmes observations convergentes ont été apportées à la réunion de La Haye par les délégués anglais, belges et danois indiquant que de nombreux oiseaux migrateurs n'étaient pas gênés par les formes géométriques des nouveaux réservoirs et continuaient à s'y poser et à s'y ébattre, même dans le voisinage des habitations isolées ou des agglomérations urbaines et que la moindre roselière pouvait être utilisée pour les nids et l'élevage des jeunes.

Par ailleurs, les Hollandais ont su faire un gros effort pour la protection de l'avifaune, et de vastes étendues préservées ont été prévues dans les îles frisonnes et notamment sur l'île de Terschelling où des di-

zaines de milliers de Palmipèdes et d'Echassiers trouvent un sûr refuge pour leurs escales de nomadisation et pour leur reproduction.

Dans le même esprit, nous avons tenté de présenter une esquisse physiographique de la France, selon les données de l'Atlas de la plus grande France d'Onésime Reclus publié en 1914. Une mise à jour en 1964 permettrait de connaître les changements dans l'utilisation de notre territoire national pendant une période comparable de 50 ans au  $xx^e$  siècle.

Le classement des terrains distingue les cultures, les pâturages, les landes, les forêts et les vignes.

Il oppose les départements supercultivés à plus de 70 % comme l'Eure et Loire, le Pas-de-Calais et la Somme, et les départements les moins cultivés comme la Drôme, la Savoie et la Dordogne.

La répartition des herbages place en tête des départements normands comme le Calvados et la Manche ou montagnards comme la Lozère, le Cantal et l'Aveyron.

Les landes atteignent 46 % dans les Basses-Alpes et mettent en évidence l'importance des incultes dans les régions montagneuses, les garrigues méditerranéennes et la Bretagne à l'opposé des régions de culture qui en comptent moins de 10 % et zéro pour la Seine.

Les forêts couvrent plus de la moitié (56 %, du département des Landes, 47 % de celui du Var (presque la moitié) et des proportions variant du tiers au quart pour les départements de l'Est de la France, pour tomber à des pourcentages infimes (moins de 5 % dans la Bretagne et dans la Seine).

\*  
\* \*

La comparaison entre ces divers types d'utilisation du sol font apparaître une véritable coupure de la France en deux régions distinctes tant au point de vue aspect territorial qu'utilisation par l'Homme, l'une située au Nord et à l'Ouest de la ligne joignant Givet sur la Meuse à la frontière de la Belgique, à Bordeaux sur l'estuaire atlantique de la Gironde, de celle située à l'Est et au Sud de cette diagonale du territoire français.

Cette division est classique en France dans les manuels scolaires.

Dans les limites de ce colloque, la région densément peuplée est assurément la première. C'est aussi la plus pauvre au point de vue des milieux naturels. Mais la région essentielle pour la protection de la Nature est celle du massif forestier de l'Est ou des montagnes du Centre et du Midi, Alpes et Pyrénées, où se trouvent les plus riches reliques des milieux à préserver du territoire.

Comme les Hollandais l'ont compris et pratiqué sur leurs côtes et



leurs îles comme à Terschelling, les Belges, les Luxembourgeois et les Allemands pour l'Ardenne, la protection de la Nature en région densément peuplée doit porter d'abord et avant tout sur les zones marginales qui échappent à la pression humaine accrue des régions surpeuplées, surexploitées et au poids écrasant des populations urbaines, pour sauver là où la pression humaine est moindre les dernières riches réserves du patrimoine botanique et zoologique de l'Europe.

C'est ainsi que le premier parc national prévu par le plan d'équipement du territoire national se situe dans la Vanôise en Savoie qui est le département français avec, 86,9 % de landes et de bois, le plus privilégié du point de vue de l'extension de l'espace vert.

Le département des Ardennes, sur lequel est prévu à la Croix-Scaille, le parc national franco-belge avec 51,4 % du même espace vert est 43<sup>e</sup> sur cette même liste de 90 départements. Mais ce parc nous tient ici particulièrement à cœur puisqu'il est le fruit de la collaboration de quatre états de l'Ouest Européen : Belgique, Luxembourg, Allemagne et France qui travaillent ensemble depuis plus de 3 ans à ce projet.

\*  
\* \*

Au cours de cet été, j'ai essayé de prendre contact avec différents milieux montagnards du territoire français dans diverses parties reculées en dehors des grandes routes dont la Drôme, le Mont Lozère et les Pyrénées Occidentales. C'est ainsi que j'ai pu prendre contact après plus de 20 ans avec la forêt d'Iraty dans les Pyrénées basques.

De toutes les forêts françaises, la forêt d'Iraty tire son originalité d'être située sur un sous-affluent d'amont du Haut-Ebre et au delà de la ligne de partage des eaux entre la France et l'Espagne ; elle est située sur le versant méridional et espagnol des Pyrénées.

Ce fait lui confère une singularité profonde puisqu'à l'opposé des autres forêts du pays basque français, toutes tributaires du pays des gaves et faisant partie du bassin atlantique, la forêt d'Iraty quoique située au Sud de St-Jean-Pied-de-Port dans la partie occidentale de la chaîne pyrénéenne, elle n'en fait pas moins partie en tant que constituant du réseau de l'Ebre du bassin méditerranéen.

Cela lui confère une personnalité faunistique très particulière et nous y avons signalé en son temps la convergence en son endroit d'éléments lusitaniens tels que le Scydmenide *Mastigus prolongatus* ou méditerranéens comme le Cérambycide *Leptura stragulata* connu en France des Pyrénées orientales sur les flancs du Canigou. On y trouve également des représentants de la faune alpine tels que *Leptura virens* des Sapins, fréquent en Grande Chartreuse ou *Rosalia alpina* du hêtre commun aux Alpes et aux Pyrénées et répandu dans d'autres régions.



La difficulté d'accès de cette forêt pyrénéenne lui a maintenu longtemps un autre privilège, celui d'avoir été protégé pendant des siècles de toute exploitation forestière au point qu'Onésime Reclus la célébrait en 1914 comme la forêt vierge française, la seule...

Hélas ! depuis ce temps béni, vers 1930, les syndicats communaux de Sare et de Soule, conjointement propriétaires, en ont concédé l'exploitation à des entreprises d'abattage et des coupes massives l'avaient cruellement ravagée de 1930 à 1940.

C'est à cette époque (1934-1935-1939) que nous avons pu la visiter par trois fois capturant sur les troncs géants étendus au hasard des coupes et dont le volume excessif avait découragé tout transport une faune variée de xylophages divers, de mycétophages et de leurs parasites.

On pouvait croire cette faune disparue avec l'arrêt déjà lointain de l'exploitation. Il n'en est rien. Beaucoup de vieux troncs ne sont plus détruits par la pourriture ligneuse rapide sur le hêtre à bois tendre dans une forêt où des pluies abondantes assurent une grande humidité.

D'autres les ont remplacé, colosses malades ou morts sur pied, usés par l'âge ou les maladies des vieux arbres, d'autres renversés au souffle des tempêtes, tombés d'hier et au feuillage à peine jaunissant.

Les nouveaux troncs fraîchement dépéris ont assuré la relève de ceux qu'a abolis la pourriture et la même faune à peine appauvrie s'y rencontre comme il y a 20 ans, parfois même enrichie.

C'est ainsi que nous y avons récolté la *Rosalia alpina* par dizaines et jusqu'à six réunies au pied du même tronc constituant pour l'entomologiste un spectacle aussi saisissant qu'inoubliable, comme un instant de plénitude.

De son vol lourd, le *Prione* tanneur explorant les souches pourries, parcourait la futaie profonde, se battant autour des femelles, s'accouplant avec elles au sol, jusqu'à ce qu'on les retrouve un peu plus tard en train de pondre sur un tronc.

L'*Acanthoderes clavipes* accroché aux hêtres frais tombés mimait de son corps gris les Lichens du tronc et le rare *Ostomma grossa* comme en 1935 logeait son ovale aplati sous les écailles de l'écorce.

Et que d'autres encore.

C'est là, que comme dans les Albères ou la forêt d'Issaux, la futaie serrée a bien souvent laissé la place à des hêtres géants, chassant tout concurrent de leurs ramures immenses, hêtres en boule, poussés comme solitaires au cœur de la forêt, ayant découragé les bûcherons de leur masse, redoutables à abattre, presque impossibles à transporter, survivants invaincus des siècles et des hommes.

\*  
\* \* \*

Comment de telles splendeurs naturelles, de plus en plus rares en France et dans le Monde ne seraient-elles pas sauvegardées ?

Il ne s'agit pas d'exclure le visiteur ou le touriste. Celui-ci restera longtemps rare tant la forêt est isolée. L'âpreté du relief fait le reste et dans sa gorge étroite la vallée d'Iraty isole sur ses flancs ses combes et ses vallons.

La forêt d'Issaux, encore forêt à Ours, a été récemment perforée par une route d'accès à la Pierre-St-Martin. La forêt s'est ouverte en une longue percée sinueuse. Les bulldozers sur leur chemin ont culbuté d'énormes hêtres. Quelques coupes ont creusé le massif en son cœur. Mais la masse forestière reste en sa grande part inviolable dans l'étagement de ses hautes falaises et si la forêt d'Issaux est devenue en partie abordable, sa masse principale est encore hors d'accès, préservée de tout abattage.

Ces constatations laissent ouverte, pour nous tous protecteurs et amants de la Nature sauvage, la porte de l'espérance.

Quels que soient les progrès de l'humanisation de la planète. Quel que soit le poids redoutable des techniques, il y a encore espoir si nous savons vouloir, de sauvegarder ou de ressusciter nos sanctuaires.

---

#### RÉSUMÉ

En septembre 1952 s'est tenu à La Haye une réunion technique de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources à laquelle j'ai eu l'honneur d'assister comme représentant l'Institut Scientifique Chérifien au Maroc.

Cette réunion tenue en Hollande réunissait de nombreux délégués venus notamment des pays scandinaves, de Grande-Bretagne, de France, d'Allemagne occidentale, et outre les hollandais, nation invitante, de très nombreux délégués belges et luxembourgeois, tous pays présentant des régions de dense population humaine.

A ce Congrès, dont tous les participants se rappellent avec plaisir, nous fut distribuée une remarquable plaquette étudiant les modifications du paysage hollandais entre les années de 1900 et 1950 prises comme années de référence et indiquant les modifications physiographiques de la Hollande en cinquante ans.

Huit ans plus tard cette étude m'a inspiré un travail analogue, actuellement en cours sur les modifications du sol en France entre 1914 et 1964, c'est-à-dire également la France en cinquante ans.

En 50 ans le territoire néerlandais a vu reculer 50 % de ses incultes et 20 % de ses lagunes d'invasion marine au profit de ses cultures maraîchères, de ses labours et de ses prés.

Disposant de l'« Atlas de la plus grande France » d'Onesime Reclus paru en 1914 et, d'autre part, des statistiques annuelles du Ministère de l'Agriculture en France, j'espère pouvoir à mon tour conduire à terme ce travail de comparaison. Mais dans le même temps on voit grandir parmi les pourcentages de sol couvert les superficies d'occupations humaine, industrielle, habitations, groupements urbains, établissements industriels, voies de communications diverses, routes, chemin de fer, canaux et la superficie croissante des grands aérodromes. Dans le même temps les migrations hebdomadaires (Weekend) et saisonnières (vacances diverses, congés payés) voient affluer sur les sites les plus sauvages et les plus pittoresques les foules urbaines dont le poids sur le paysage est toujours redoutable et bien souvent dévastateur. C'est ce problème qui se pose devant notre réunion d'Ardenne et Gaume dans le cadre du centenaire de l'Institut agronomique de Gembloux, cet établissement phare de l'agronomie belge.

C'est dans ce cadre que doit se placer notre étude de la protection de la nature en région densément peuplée à savoir :

Sauvegarde et conservation des espaces verts.

Canalisation et réglementation du tourisme hors des sanctuaires de la vie animale et végétale.

Politique conséquente des Parcs nationaux pour partie ouverts aux touristes et pour d'autres institués en réserve intégrale.

C'est par la balance harmonieuse entre les besoins légitimes de l'humanité moderne en retour périodique à la vie saine en milieu maritime, montagnard agreste ou forestier d'une part, et d'autre part la mise en sauvegarde totale de certains périmètres privilégiés d'espèces animales et végétales menacées sans celà de disparition totale, que pourront être résolus de façon satisfaisante les impératifs catégoriques de la Protection de la Nature en région de dense occupation humaine.

## Nature protection in densely populated countries

### SUMMARY

In September 1952 a technical meeting was held at The Hague of the « Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources », where I had the honour to represent the « Institut Scientifique Chérifien au Maroc ». The meeting brought together delegates from a number of densely populated countries : Holland (the inviting country), the Scandinavian countries, Great-Britain, France, Germany, Belgium and Luxemburg.

At this congress, all the delegates were handed a remarkable booklet reporting the changes in the Dutch landscape between 1900 and 1950 and mentioning the physiographic alterations in Holland during a 50 year period.

Eight years later, this study has provided inspiration for a similar study, now in progress, in France, for the period 1914-1964.

In 50 years the uncultivated area in Holland has been reduced by 50 per cent and the lagoons by 20 per cent in favour of horticulture, farmland and pastures.

With Onesime Reclus' « Atlas de la plus grande France » issued in 1914, on the one hand, and the yearly statistics of the Ministry of Agriculture,

I hope to be able to bring to a conclusion this work of comparison. But at the same time one notices the built up areas and communications (roads, canals, airfields) taking an ever increasing share of the land. At the same time, the week-end and seasonal population migrations, result in an invasion of the wildest and most picturesque sites by urban crowds, the impact of which is always to be feared and often devastating. It is this problem which faces us at this « Ardenne and Gaume » meeting of the Centenary of the Gembloux Agricultural College, a beacon of Belgian agronomy.

This constitutes the background of our study of nature protection in densely populated areas, *viz.* :

Protection and conservation of green areas.

Channeling and regulation of tourism outside the sanctuaries of animal and plant life.

A consistent policy of National Parks, some of them being open to tourists, and others completely secluded as natural reserves.

By securing a harmonious balance between modern humanity's legitimate need for a periodic return towards a more healthy life at the seaside, in the mountains, the country or the forests on the one hand, and, on the other hand, the complete safeguarding of certain privileged areas, of certain animal and plant species threatened with complete extinction, the essential problem of nature protection in densely populated areas can find a satisfactory solution.

## Der Naturschutz in dicht bevölkerten Ländern

### ZUSAMMENFASSUNG

Im September 1952 fand im Haag eine Sitzung der Internationalen Gesellschaft für die Erhaltung der Natur und ihrer Reichtümer statt, an der ich als Vertreter des « Institut Scientifique Chérifién au Maroc » teilnahm.

Dieses Treffen vereinigte zahlreiche Delegierte besonders aus den skandinavischen Ländern, Gross-Britannien, Frankreich, Westdeutschland und ausser der Gastnation Holland auch zahlreiche belgische und luxemburgische Delegierte — alles Länder mit grosser Bevölkerungsdichte.

Bei diesem Kongress, an den sich alle Teilnehmer gern erinnern, wurde uns eine bemerkenswerte Plakette verteilt, die die Veränderungen der holländischen Landschaft zwischen den Jahren 1900-1950 als Bezugsjahre, und die physiografischen Änderungen Hollands im Zeitraum von 50 Jahren darstellt.

8 Jahre später hat mich diese Darstellung zu einer ähnlichen Arbeit inspiriert, die noch im Gange ist, und zwar für Frankreich im Zeitraum von 50 Jahren.

In 50 Jahren hat man auf holländischen Territorium einen Rückgang von 50 % seines unbestellten Bodens und von 20 % der Deichlandschaften zugunsten von Gemüsekulturen, Feldbestellung und Weideland beobachtet.

Mit Hilfe des Onesime-Reclus Atlas von Gross-Frankreich, der 1914 erschienen ist, und der jährlichen Statistiken des Landwirtschaftsministeriums von Frankreich, hoffe ich meinerseits diese Vergleichsstudie zu Ende führen zu können. — Gleichzeitig aber sieht man den Prozentsatz des bebauten Bodens durch menschliche Einwirkungen wie Industrie, Wohnungen, Vor-

städte, Fabriken, verschiedene Verkehrsanlagen, Wege, Eisenbahn, Kanäle und die zunehmende Fläche grosser Flugplätze anwachsen. Ebenso kommen durch die Wochenendausflüge und saisonbedingte bezahlte Ferien die städtischen Menschenmassen immer mehr zu den entlegendsten und schönsten Plätzen; die Auswirkung auf die Landschaft ist immer ungünstig und oft zerstörend.

Gerade diese Problem stellt sich bei unserer Zusammenkunft von Ardenne und Gaume im Rahmen der Jahrhundertfeier des Landwirtschaftlichen Instituts zu Gembloux — diesem Richtungsweiser der belgischen Landwirtschaft.

In diesen Rahmen muss sich unsere Betrachtung über den Naturschutz in dichtbevölkerten Gegenden stellen, nämlich :

Schutz und Erhaltung der Flora.

Schleusung und Regelung des Fremdenverkehrs ausserhalb der Tier- und Pflanzenschutzgebiete.

Konsequente Massnahmen in den Nationalparks : Für die Touristen zugängliche Teile, und andere Gebiete, die unter Naturschutz stehen.

Nur durch den harmonischen Ausgleich zwischen den berechtigten Ansprüchen der modernen Menschheit einerseits, die periodisch zum gesunden Leben in Meeres- Berg- Land- und Waldgebieten zurückkehrt, und durchgreifende Schutzmassnahmen gewisser bevorzugter Gebiete von Tier- und Pflanzenwelt andererseits, die ohne diese Massnahmen von totaler Vernichtung bedroht sind, können die Forderungen des Naturschutzes für dicht besiedelte Gebiete in zufriedenstellender Weise gelöst werden.

---





# Table des Matières

## Volume I

|                                                                                                                                          |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| COLLOQUE SUR LA MISSION DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE<br>DES UNIVERSITÉS ET INSTITUTS SUPÉRIEURS DANS LA<br>RECHERCHE SCIENTIFIQUE . . . . . | 5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| LAPIERE, G. — Le rôle du personnel scientifique des Universités<br>dans l'élaboration de la science . . . . . | 7  |
| MASSART, L. — Grandes lignes d'une politique scientifique de la<br>Nation . . . . .                           | 23 |
| HANOTIAUX, G. — Quelques aspects de la recherche scientifique<br>dans les Instituts agronomiques . . . . .    | 31 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| COLLOQUE SUR LES PROBLÈMES ÉCOLOGIQUES ET TECH-<br>NIQUES DE LA HÊTRAIE D'EUROPE OCCIDENTALE . . . . | 43 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TÜXEN, R. — Zur Systematik der west- und mitteleuropäischen<br>Buchenwälder . . . . .             | 45  |
| BONNEAU, M. et DUCHAUFOUR, Ph. — Les sols de la hêtraie en Europe<br>occidentale . . . . .        | 59  |
| BROWN, J. M. B. — Ecological aspects of regeneration in British<br>beechwoods . . . . .           | 75  |
| DAGNELIE, P. — La productivité des hêtraies en relation avec les<br>milieux écologiques . . . . . | 93  |
| SILVY-LELIGOIS, P. — Les problèmes sylvicoles de la hêtraie en<br>Europe occidentale . . . . .    | 111 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| COLLOQUE SUR L'ORGANISATION SCIENTIFIQUE DU TRA-<br>VAIL EN AGRICULTURE ET EN HORTICULTURE . . . . | 131 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PREUSCHEN, G. — L'organisation du travail à l'extérieur de la ferme                           | 133 |
| KÖSTLIN, A. — Organisation du travail dans les bâtiments agricoles                            | 140 |
| PIEL-DESRISSAUX, J. — L'organisation du travail agricole dans les<br>pays tropicaux . . . . . | 148 |
| VAN DEN MUIJZENBERG, E. W. B. — Organisation du travail en<br>horticulture . . . . .          | 169 |

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SUNDBERG, U. — L'organisation scientifique des travaux forestiers                                                                                                   | 180 |
| VAN CRAENENBROECK, A. — Organisation scientifique de l'industrie de la conserve . . . . .                                                                           | 188 |
| COLLOQUE SUR L'ÉVOLUTION ET LES DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS DES SCIENCES BIOMÉTRIQUES DANS LE CADRE DES RECHERCHES AGRONOMIQUES . . . . .                                |     |
| YATES, F. — The use of electronic computers in the analysis of replicated experiments, and groups of experiments of the same design . . . . .                       | 201 |
| LUCAS, H. L. — Design of Dairy Feeding Experiments . . . . .                                                                                                        | 212 |
| LE ROY, H. L. — La sélection artificielle suivant des caractères quantitatifs . . . . .                                                                             | 225 |
| WEILING, F. — Die Geschlechtsverteilung bei Cucurbita-Hybriden und ihre Beziehung zu einer Ansteckungsverteilung von Neyman . . . . .                               | 242 |
| KEULS, M. — La puissance du critère F dans l'analyse de la variance de plans en blocs au hasard. Nomogrammes pour le choix du nombre de répétitions . . . . .       | 256 |
| HENRY, J. M. — Développement des méthodes biométriques et statistiques dans la Recherche agronomique au Congo belge et au Ruanda-Urundi . . . . .                   | 272 |
| MARTIN, L. — Développement des méthodes biométriques et statistiques dans la Recherche agronomique en Belgique . . . . .                                            | 294 |
| SIMON, M. et ROUSSEL, N. — L'emploi des méthodes biométriques dans l'étude et l'expérimentation des variétés de betterave sucrière en Belgique . . . . .            | 305 |
| LENGER, A. — Les méthodes d'échantillonnage en sylviculture . . . . .                                                                                               | 318 |
| MEWISSEN, D. J. DAMBLON, J. et BACQ, Z. M. — Radiosensibilité des graines d' <i>Andropogon</i> , issues de terrains uranifère et non uranifère du Katanga . . . . . | 331 |
| COLLOQUE SUR L'APPLICATION DE LA STATISTIQUE MATHÉMATIQUE AUX SCIENCES NATURELLES ET A L'AGRONOMIE. . . . .                                                         |     |
| TEGHEM, J. — Introduction . . . . .                                                                                                                                 | 341 |
| KUIPER, N. H. — Random variables and random vectors . . . . .                                                                                                       | 344 |
| DEFRISE-GUSSENHOVEN, E. — Dynamique des populations de poissons soumis à la capture . . . . .                                                                       | 356 |
| NEURAY, G. — Étude des corrélations entre les différentes phases de la croissance et du développement du <i>Cyclamen persicum</i> Mill. . . . .                     | 374 |

|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MORLAT, G. — L'emploi des méthodes statistiques en hydrologie . . . . .                                                                          | 382 |
| TONNARD, V. — Étude comparative des indices morphométriques<br>appliqués aux sables . . . . .                                                    | 397 |
| DE MUNTER, P. — Introduction à la notion de traitement et au<br>problème de la comparaison simultanée de plus de deux traite-<br>ments . . . . . | 417 |
| DAGNELIE, P. — Quelques problèmes statistiques posés par l'utili-<br>sation de l'analyse factorielle en phytosociologie . . . . .                | 430 |
| COLLOQUE SUR LE PROBLÈME DES PETITES EXPLOITATIONS                                                                                               |     |
| AGRICOLAS . . . . .                                                                                                                              | 439 |
| BANDINI, M. — Développement et problèmes de la propriété pay-<br>sanne en Italie . . . . .                                                       | 441 |
| GILLEN, M. — La régression de la petite propriété terrienne au<br>Grand-Duché de Luxembourg. Causes et effets . . . . .                          | 453 |
| HESPEL, M. — Déficiences, réformes souhaitables des petites exploi-<br>tations agricoles belges . . . . .                                        | 463 |
| MALASSIS, L. — Réflexions sur la structure et l'évolution des exploi-<br>tations agricoles . . . . .                                             | 485 |
| PARMENTIER, A. — Physionomie socio-économique de petites exploi-<br>tations agricoles belges . . . . .                                           | 496 |
| PREUSCHEN, G. — Besonderheiten und Aussichten des Familienbe-<br>triebes . . . . .                                                               | 506 |
| WICHERS, A. J. — Aperçu sur l'évolution de la petite exploitation<br>agricole aux Pays-Bas . . . . .                                             | 519 |

## Volume II

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| COLLOQUE SUR LE REFROIDISSEMENT DU LAIT A LA FERME                                                                                                        | 535 |
| DAVIS, J. G. et ASHTON, T. R. — Bulk Collection and Handling of Milk . . . . .                                                                            | 537 |
| LEHMANN, F. — Erfahrung über den Einsatz des Milchsammel-<br>express . . . . .                                                                            | 556 |
| ANQUEZ, M. — Les expériences françaises de refroidissement du lait<br>à la ferme. Résultats techniques et économiques . . . . .                           | 579 |
| PIRAUX, E. et LACROSSE, R. — Considérations microbiologiques sur<br>le refroidissement du lait à la ferme et déductions pratiques à<br>en tirer . . . . . | 595 |
| DEVRIENDT, K. L. — La réfrigération du lait à la ferme en Belgique                                                                                        | 605 |

COLLOQUE SUR LE RÔLE DE L'INGÉNIEUR AGRONOME  
DANS LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE . . . . . 619

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SÉVERAC, G. — L'économie agricole . . . . .                                               | 621 |
| HELLINGA, F. — L'hydraulique agricole . . . . .                                           | 629 |
| ODIN, A. — Cas particulier de l'Ingénieur forestier . . . . .                             | 636 |
| HENDRICKX, F.L. — Les systèmes de culture et leur évolution en<br>Afrique noire . . . . . | 642 |
| DELAGE, J. — Ingénieur agronome et recherches zootechniques . . . . .                     | 651 |

COLLOQUE SUR LES PROBLÈMES RELATIFS AUX APPLICATIONS  
DES RADIOISOTOPES AUX RECHERCHES AGRONOMIQUES 661

|                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PEETERS, G., VERBEKE, R. et LAURYSENS, M. — Métabolisme de<br>l'acide butyrique-3-C <sup>14</sup> dans le pis isolé de vache . . . . .                                                          | 663 |
| HENDERICKX, H. — La dégradation des protéines alimentaires dans<br>le rumen . . . . .                                                                                                           | 669 |
| DE VLEESCHAUWER, A., CNOCKAERT, G., WILSENS, A. et DE GROOTE,<br>J. — Fermentation du glucose -C <sup>14</sup> par des bactéries lactiques . . . . .                                            | 681 |
| BURNY, A. et GUIOT, J. — L'absorption et la distribution tissulaire<br>du P <sup>32</sup> chez le rat et le jeune ruminant . . . . .                                                            | 696 |
| BAECKELAND, E. et CHÈVREMONT, M. — L'histoautoradiographie.<br>Quelques applications en biologie cellulaire animale . . . . .                                                                   | 708 |
| VERLY, W. G. — Exemples d'utilisation du Tritium en biologie . . . . .                                                                                                                          | 720 |
| BACQ, C. M. et BERNIER, G. — La pénétration et la localisation des<br>ions Ca <sup>++</sup> et PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> chez <i>Raphanus sativus</i> L. et <i>Sinapis alba</i> L. . . . . | 724 |
| VAN DEN HENDE, A., BAERT, L. et AVERMAETE, W. — Étude de la<br>nutrition par la feuille à l'aide d'isotopes radioactifs . . . . .                                                               | 739 |
| FERAUGE, M. T., MONOYER, G., PICARD, M. A., TRZCINSKI, T. et<br>MASSAUX, F. — Étude de l'influence de la couverture du sol<br>sur la translocation du phosphore . . . . .                       | 764 |
| KIRCHMANN, R. — Évolution du Sr <sup>90</sup> dans les sols et les végétaux :<br>analyse des résultats obtenus en 1959 . . . . .                                                                | 775 |
| VIDAL, P. — Conservation des denrées alimentaires par les radiations<br>ionisantes . . . . .                                                                                                    | 786 |
| MANIL, P. — Radiostérilisation et radiopasteurisation des aliments . . . . .                                                                                                                    | 808 |
| BOLLY, L., PIÉRARD, A. et DE PROOST, M. — Essais d'application de<br>l'irradiation gamma à la stérilisation des légumes . . . . .                                                               | 821 |
| DE PROOST, M. — Les facilités pour des irradiations gamma au C.E.N.<br>à Mol et leurs possibilités d'emploi dans l'agriculture et l'ali-<br>mentation . . . . .                                 | 834 |



|                                                                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CONSTANT, R. — La production et l'utilisation des radioéléments en Belgique . . . . .                                                                                                                                          | 844 |
| PÉLEGRIN, P. et BUSCARLET, L. A. — La mesure de l'humidité et de la densité des sols à l'aide des sondes émettrices de neutrons ou de rayons $\gamma$ . . . . .                                                                | 854 |
| VAN DE WOESTIJNE, N. et VAN DEN BRANDE, J. — Résistance des insectes aux irradiations ionisantes. Quelques résultats avec la teigne de la farine, <i>Ephestia kuehniella</i> Z. . . . .                                        | 872 |
| VAN DEN BRUEL, W. E. et BOLLAERTS, D. — Résistance des divers stades de développement de « <i>Sitophilus granarius</i> L. » et « <i>S. oryzae</i> L. » aux irradiations par les rayons $\gamma$ ( $\text{Co}^{60}$ ) . . . . . | 883 |
| DE LOOSE, R. et REYNTENS, H. — L'action mutagène du $^{32}\text{P}$ chez le dactyle . . . . .                                                                                                                                  | 906 |
| TRIVIÈRE, R. — Les techniques générales de mesure en physique nucléaire . . . . .                                                                                                                                              | 916 |
| GRASSART, J. — La mesure des faibles activités de rayonnement . . . . .                                                                                                                                                        | 929 |

## COLLOQUE SUR LES PROBLÈMES DE L'AMÉLIORATION DU FRAISIER . . . . . 939

|                                                                                                                                            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| GUTTRIDGE, C. G. — The Physiology of Flower Formation and vegetative Growth in the Strawberry . . . . .                                    | 941  |
| SMEETS — Some results of recent investigations of the Physiology of the Strawberry . . . . .                                               | 949  |
| SIRONVAL, C. — Photopériodisme et développement des fraisiers cultivés . . . . .                                                           | 950  |
| GRUBER, F. — Grundsätzliche Gedanken zur Frage der Wahl der Kreuzungseltern für den langjährigen Zuchtaufbau . . . . .                     | 962  |
| LINDEN, R. — Méthodes de recherches dans les croisements basées sur les caractères végétatifs des plantes parentales et hybrides . . . . . | 972  |
| KRONENBERG, H. G. — The use of strawberries . . . . .                                                                                      | 980  |
| REID, R. D. — Breeding strawberries . . . . .                                                                                              | 988  |
| BAUER, R. — Aspekte der Polyploidiezüchtung in der Gattung <i>Fragaria</i> . . . . .                                                       | 994  |
| GILLES, G.L. — Biologie et moyens de lutte de quelques parasites du fraisier . . . . .                                                     | 1007 |
| CROPLEY, R. — The identification of strawberry viruses transmitted by aphids, leafhoppers and nematodes . . . . .                          | 1038 |
| CORNUET, P. et MORAND, J. C. — Essais d'extraction de certains virus du fraisier . . . . .                                                 | 1043 |

## Volume III

## COLLOQUE SUR LA CULTURE FRUITIÈRE . . . . . 1051

|                                                                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| PRESTON, A.P. — Results from pruning experiments with apples at East Malling . . . . .                                    | 1053 |
| HILKENBÄUMER, F. — Die Wirkung des Fruchtbogenschnittes auf Trieb und Ertrag bei Apfel und Sauerkirsche . . . . .         | 1063 |
| DERMINE, E. et MONIN, A. — Étude de la fructification de la variété de pommier « Cox's Orange Pippin » . . . . .          | 1082 |
| BREVIGLIERI, N. — Facteurs déterminants dans le choix des variétés de poirier . . . . .                                   | 1111 |
| REMY, P. — Facteurs écologiques déterminants dans le choix des variétés de pommier . . . . .                              | 1131 |
| LIARD, O. — Quelques données sur l'étude de la « valeur culturale » chez le pommier cultivé en forme basse-tige . . . . . | 1144 |
| BÜNEMANN, G. — Current research on the problem of Bitter Pit of apples . . . . .                                          | 1162 |

## COLLOQUE SUR LES PROBLÈMES RELATIFS A LA RÉMANENCE DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES . . . . . 1167

|                                                                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DORMAL, S. — La formation des dépôts d'insecticides et de fongicides sur les végétaux . . . . .                          | 1169 |
| VIEL, G. — L'évolution des dépôts d'insecticides et de fongicides en résidus . . . . .                                   | 1182 |
| TILEMANS, E. — Influence de la formulation sur la rémanence des insecticides et des fongicides . . . . .                 | 1200 |
| VAN TIEL, N. — Activity of insecticides on absorbent surfaces . . . . .                                                  | 1218 |
| VAN GENDEREN, H. — The establishment of residue tolerances and its relationship to toxicity . . . . .                    | 1233 |
| UNTERSTENHÖFER, G. — Zur Frage der Wirkungskdauer von synthetischen organischen Insektiziden im Pflanzenschutz . . . . . | 1247 |
| HURTIG, H. — Current problems in pesticide use . . . . .                                                                 | 1258 |
| GUNTHER, F. A. — The analytical significance of persisting residues of pesticide chemicals in foods and feeds . . . . .  | 1278 |

## COLLOQUE SUR LA ZOOTECHNIE DANS LES PAYS TROPICAUX . . . . . 1293

PILET, E. — L'élevage à Madagascar . . . . . 1295

JOTTRAND, M. et HENRIOUL, R. — La spéculation laitière au Kattanga . . . . . 1333

COMPÈRE, R. — L'élevage européen dans les régions tropicales d'altitude . . . . . 1379

GILLAIN, J. — Le problème de l'élevage bovin dans les problèmes de demain au Congo belge . . . . . 1394

MATHIEU, P. — L'élevage en Urundi . . . . . 1403

SCAILLET, M. — Étude phytosociologique et bromatologique de quelques associations herbagères de la Luvironza . . . . . 1412

BURNY, A. — Composition minérale du sérum sanguin des races bovines indigènes du Congo . . . . . 1436

## COLLOQUE SUR LA CONSERVATION DE LA NATURE . . . . . 1459

BAER, J.G. — L'avenir de la protection de la nature en Europe 1461

PEARSALL, W.H. — Problems of Nature Conservation in Great Britain . . . . . 1463

KRAGH, G. — Naturschutz und Landschaftspflege in Ballungsräumen, unter besonderer Berücksichtigung des Erholungsverkehrs . . . . . 1470

DOTTRENS, E. — Conditions et conceptions de la protection de la nature en Suisse . . . . . 1483

GORTER, H.P. — Quelques aspects juridiques de la réalisation des réserves naturelles dans les pays densément peuplés, notamment aux Pays-Bas . . . . . 1497

MAYNÉ, R. — La conservation de la nature en Belgique et considérations d'intérêt général . . . . . 1505

REYMOND, A. — Protection de la nature en pays densément peuplés 1512











